

## Reference 2

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000103082 A

(43) Date of publication of application: 11.04.2000

(51) Int. Cl. B41J 2/045  
B41J 2/055, B41J 2/16

(21) Application number: 11315569  
(22) Date of filing: 31.10.1998  
(30) Priority: 04.06.1996 JP 08141841  
(82) Division of application: 09537903

(71) Applicant: CITIZEN WATCH CO LTD  
(72) Inventor: IKEDA TOMOO  
YAMAMOTO ETSUO  
SHIRAI YOSHIMASA

## (54) FINE SHAPE PART AND ITS MANUFACTURE

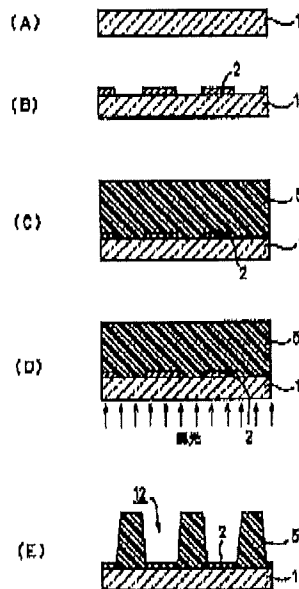
The resist pattern 5 corresponds to a diaphragm member of the ink chamber.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily and correctly form an ink chamber of a high aspect ratio by constituting the ink chamber of a bottom plate member of a transparent substrate, a bottom wall member of a material not passing light which is formed over the bottom plate member and a diaphragm member formed to an area not occupied by the bottom wall member.

**SOLUTION:** A chromium thin film 2 to be a bottom wall member of an ink chamber is applied in stripes to a predetermined part of a glass substrate 1. A thick resist film 5 of approximately 100  $\mu\text{m}$  is coated entirely to the substrate 1 at the side of the chromium thin film 2. Ultraviolet rays are irradiated to the resist film 5 from the opposite side of the substrate 1. With the chromium thin film 2 working as a mask, the resist film 5 is pattern exposed in a plane pattern of the desired ink chamber. Thereafter, the exposed resist film 5 is soaked and developed thereby dissolving and removing an unexposed area of the resist film 5, whereby a resist pattern 5 of a forward tapering shape is obtained.





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-103062

(P2000-103062A)

(43) 公開日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I     | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------|-------------|
| B 4 1 J                   | 2/045 | B 4 1 J | 3/04        |
|                           | 2/055 |         | 1 0 3 A     |
|                           | 2/16  |         | 1 0 3 H     |

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-315569  
(62) 分割の表示 特願平9-537903の分割  
(22) 出願日 平成8年10月31日 (1996. 10. 31)  
  
(31) 優先権主張番号 特願平8-141841  
(32) 優先日 平成8年6月4日 (1996. 6. 4)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号  
(72) 発明者 池田 智夫  
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内  
(72) 発明者 山本 悦夫  
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内  
(72) 発明者 白井 芳昌  
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内  
(74) 代理人 10007/517  
弁理士 石田 敬 (外 2 名)

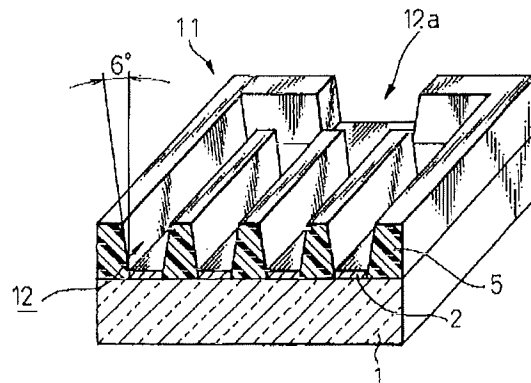
(54) 【発明の名称】 微細形状部品及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 インクジェットヘッドの作製に有用な、微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品を提供すること。

【解決手段】 微細形状部を底板部材と、底壁部材と、隔壁部材とをもって構成するとともに、隔壁部材を、底板部材を構成する基板の底壁部材が形成された側の上に隔壁部材形成性の感光性材料を塗被し、感光性材料の被膜を基板の裏側からの光に選択的に露光し、よって、感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去することによって形成する。

図 8





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品であって、

前記微細形状部が、所定の形状及び寸法を有する透明な基板からなる底板部材と、その底板部材の上方に前記微細形状部の形状に合わせてパターン状に形成された非光透過性材料からなる底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって構成されており、

前記隔壁部材が、下記の工程：前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、

前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去すること、に従って形成されたものであり、そして前記微細形状部が、垂直方向の断面に関して見た場合に、垂直方向に長い矩形断面を有しており、その際、前記微細形状部の高さが少なくとも $50\mu\text{m}$ でありかつその空間の幅と高さの比として規定されるアスペクト比が少なくとも1:3であることを特徴とする微細形状部品。

【請求項2】 前記底壁部材とその上の隔壁部材の間に、前記底壁部材のパターンよりも厚い膜厚で中間層が介在せしめられていることを特徴とする請求項1に記載の微細形状部品。

【請求項3】 前記微細形状部品が電鍍法により金属材料から形成されたものであり、その形成の際、先の工程で形成された隔壁部材が電鍍法のための型として使用したものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の微細形状部品。

【請求項4】 微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品を製造するに当たって、前記微細形状部を、下記の工程：所定の形状及び寸法を有する透明な基板を用意して底板部材を形成し、

前記基板の表面に、その全域にわたって、非光透過性の底壁部材形成性材料を塗被し、

得られた底壁部材形成性材料の被膜の上にさらに感光性材料を全面的に塗被し、

形成された感光性材料の被膜を所望とする底壁部材のパターンに合わせてフォトリソグラフィ法により選択的に除去し、

次いで、得られた感光性材料のパターンをマスクとして、その下地の底壁部材形成性材料の被膜を選択的に除去すること、に従って底壁部材をパターン状に形成し、前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、

前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介

して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去して前記隔壁部材を形成すること、にしたがって、底板部材と、その底板部材の上方に前記微細形状部の形状に合わせてパターン状に形成された底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって形成することを特徴とする微細形状部品の製造方法。

【請求項5】 前記底壁部材をパターン状に形成した後であって、その上にさらに隔壁部材形成性の感光性材料を塗被する前、前記底壁部材のパターンよりも厚い膜厚で中間層を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項4に記載の製造方法。

【請求項6】 前記微細形状部を、垂直方向の断面に関して見た場合に、垂直方向に長い矩形断面を有するように形成し、その際、前記微細形状部の高さを少なくとも $50\mu\text{m}$ としかつその空間の幅と高さの比として規定されるアスペクト比を少なくとも1:3とすることを特徴とする請求項4又は5に記載の製造方法。

【請求項7】 先の工程で形成された隔壁部材を電鍍法のための型として使用し、引き続き電鍍工程により金属材料からなる微細形状部を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はインクジェットヘッドに関し、さらに詳しく述べると、特に高密度印字に適したインクジェットヘッド及びその製造方法ならびにインクジェットヘッドのインク室を典型例とする微細形状部を備えた微細形状部品及びその製造方法に関する。本発明のインクジェットヘッドは、近年広く用いられているインクジェットプリンタのヘッド部において有利に使用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、ファクシミリ装置などのオフィスオートメーション(OA)機器や医療用計測機器などの各種の計測機器、その他の装置において、それらの装置からの出力情報を高密度で印字するためにインクジェットプリンタが広く用いられている。インクジェットプリンタは、周知の通り、そのヘッド部からインクの液滴を噴射させて記録紙等の記録媒体に直接的に付着させ、モノクロあるいはカラーの印字を行うためのものである。インクジェットプリンタは、記録媒体が立体物などであっても印字が可能である、普通紙を記録媒体に使用することができるのでランニングコストが安い、ヘッドの装着が簡単であり、転写・定着等の工程を必要としない、カラー化



が容易で、鮮明なカラー印字が可能である、などの多くの長所を有している。インクジェットヘッドは、それからのインク滴の噴射の駆動方式によっていろいろなタイプに区分することができ、例えば、ピエゾ方式のインクジェットヘッドは、加圧手段として圧電素子（ピエゾ素子）を使用するものであり、圧電素子による電歪効果を利用して、ヘッド部のインクの充填されたインク室内に圧力波を生じさせ、これによってヘッド部のノズルからインクを吐出するものである。また、バブルジェット方式のインクジェットヘッドは、加圧手段として発熱体を使用するものであり、発熱体を加熱して気泡を発生させ、それによってヘッド部のノズルからインクを吐出するものである。さらに、静電吸引力によりインク滴を噴射させる静電吸引方式のインクジェットヘッドも公知である。なお、本発明のインクジェットヘッドは、これらの方式及びその他の方式のインクジェットヘッドに対して有利に適用することができる。

【0003】従来のインクジェットヘッドは、通常、インク流路とインクを吐出するための加圧室の役目を果たす、等間隔で配置されている複数のインク室（微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部）と、インク室の先端に取り付けられたものであって、それぞれのインク室に対応したインク吐出のためのノズルを装備したノズル板と、印字の要求に応じて前記インク室内のインクを加圧可能な加圧手段を含んで構成されている。加圧手段は、インク室を加圧するための駆動力を発生させる駆動体を有し、また、かかる駆動体は、前記したように、圧電素子の場合もあれば、発熱体の場合もある。

【0004】インクジェットヘッドの構造についてさらに詳しく説明する。例えば、ピエゾ方式のインクジェットヘッド10は、それを展開して示す図1から理解されるように、いくつかの部材から構成されている。インク室部材11は、インク流路とインクを吐出するための加圧室の役目を果たす複数のインク室（微細形状部）12を有している。インク室部材11の先端には、それぞれのインク室12に対応して配置されたノズル14を有するノズル板13が取り付けられる。ノズル14の孔からは、先に説明したように、インク室12内で加圧されたインクを液滴の形で噴射可能である。図示のインク室部材11において、そのインク室12の開放面には加圧手段が取り付けられる。図示の例では、加圧手段は、インク室12の体積変化を行うための振動板の役目を果たすダイアフラム15と、ダイアフラム15を歪ませるための駆動体であるところの圧電素子17と、圧電素子17を固定するための基台18とから構成されている。

【0005】インク室部材11は、インク流路とインクを吐出するための加圧室を兼ねる深溝状の複数本のインク室12を有していて、それぞれのインク室12は、ノズル板13に穿孔されたノズル14と対応しており、1つのインク室にそれに対応する1つのノズルが配置され

るように設計されている。また、それぞれのインク室12は、相隣れるインク室を隔離する隔壁により、互いに平行にかつ同じ間隔で配置されている。ここで、インクジェットヘッドの解像度を高めるためには、インク室部材11に形成されるこれらのインク室12の間隔を狭くすることが必要である。なお、インク室部材11とノズル板13とは、通常、接着剤を使用して接合可能である。

【0006】ダイアフラム15は、圧電方式のインクジェットヘッド10に特有の部品である。圧電素子17が電歪効果によって伸縮すると、ダイアフラム15が撓み、インク室12内の体積変化がそれによって発生する。インク室12内の体積が小さくなると、その室内に充填されたインクが加圧され、ノズル14からその一部分がインク滴として順次吐出されるのである。このダイアフラム15は、通常、3～5 $\mu\text{m}$ 程度の厚さの薄板と、その一面に形成された高さ20 $\mu\text{m}$ 程度の凸状突起からなるアイランド16とから構成されている。アイランド16は、圧電素子17が電歪効果により伸縮したときにその歪みをインク室12に確実に伝えるためのものである。そのため、このアイランド16は、それぞれに対応するインク室12及び圧電素子17と重なるように配置される。インク室部材11とダイアフラム15の間も接着剤で接合することができる。

【0007】圧電素子17は、インク室部材11のそれぞれのインク室12に対応し、また、他のインク室12に対する影響を防止するため、互いに分離された状態になっている。これらの分離された圧電素子17は、基台18上で固定されている。圧電素子17は、一般的には、最初は分離していない圧電素子を基台に接着剤で接合し、次いで圧電素子のみを切削加工により選択的に分離することによって製造されている。このようにして圧電素子と基台とが一体化したものを形成した後で、圧電素子と、それに対応したダイアフラムに形成されたアイランドとを接着剤で接合することができる。

【0008】上記した及びその他のインクジェットヘッドにおいて、インク流路とインクを吐出するための加圧室を兼ねる、微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部であるインク室の性能は、それらの性能が直接的に印字特性に影響を及ぼすので、非常に重要である。まず、インク室を構成するインク室部材について見てみると、従来の圧電式インクジェットヘッドのインク室部材は、例えば「エポックス（エポキシ樹脂の商品名）」などの有機材料を射出成形法により成形しているものが一般的であった。しかし、有機材料から構成されたインク室部材は、剛性に乏しく、従って加圧時にインクに十分な圧力をかけることができない、などの欠点があった。

【0009】有機材料に代えて $\text{ZrO}_2$ などの酸化物の粉末を使用し、これらの粉末を粉末射出成形法と呼ばれる加工法に従ってインク室部材に成形することも行われている。



る。この方法ではしかし、成型型の使用が必須であり、また、その型に原料の粉末を充填する時に非常に大きな圧力がかかるので、微細なインク室の形成に十分な程度に微細な構造を有する成型型を使用することは困難である。

【0010】微細なインク室の形成に適当な加工法として、エッチング法も挙げられる。例えば、この加工法を使用することにより、数百 $\mu\text{m}$ 程度の厚い金属板の表面に溝状のパターンを微細に形成することが可能である。しかし、この方法においても、高密度化という点に関して言えば、板厚と同程度の幅で溝を形成することが限度であり、十分に有効とは言うことができない。また、エッチング法の場合、形成される溝が金属板を貫通してしまうので、もしもその金属板をインク室部材として使用するのであれば、金属板の1つの面にそれらの貫通溝を塞ぐための追加の部材を張り合わせなければならず、製造工程が複雑になってしまう。

【0011】インク室部材を形成するための別の方法として、特公昭62-59672号公報及び特公平2-42670号公報に開示されているような、一般にフォトレジストあるいはレジストと呼ばれる感光性樹脂を使用したフォトリソグラフィ法も公知である。この方法では、インク室を形成しようとしている基板の表面にレジストを全面的に被覆し、次いで、得られたレジスト膜を、得ようとしているインク室のパターンに合わせて適当な光に選択的に露光した後、露光により不溶化せしめられなかった領域を現像液で溶解除去することにより、硬化したレジストのパターンからなる所望とするインク室を備えた基板を得ることができる。なお、レジストを使用したフォトリソグラフィ法は、LSI、VLSI等の半導体装置の製造において広く用いられている技法である。

【0012】図2は、一般的に行われているフォトリソグラフィ法を使用したインク室の形成を順を追って示した断面図である。まず、図2の(A)に示すように、基板31の表面にレジストを塗布してレジスト膜32を形成した後に、レジスト膜32をフォトマスク33を介してパターン露光する。なお、ここで使用したレジストは紫外線に感度を有するネガレジストであるので、フォトマスク33は、インク室の隔壁に相当する部分において紫外線が透過可能なガラスからなり、それ以外の部分には、紫外線の透過を阻止するため、クロム膜が被着されている。また、矢印で示される露光のための光線は、光源(図示せず)からの紫外線である。

【0013】パターン露光の結果、レジスト膜32のうちの露光領域が現像液に対して不溶化せしめられる。その後、この露光後のレジスト膜32をそれに適当な現像液で現像すると、未露光領域(可溶性領域)が溶解除去せしめられる。図2の(B)に示すように、所望とするインク室の形状に相当する硬化レジストパターン32が

得られる。ここで、残留したレジストパターン32は、相隣れるインク室を区画する隔壁部材として作用し、また、基板31は、底板部材として作用する。なお、図示の例では、レジストとしてネガ型のものを使用したけれども、その代わりに、露光領域を可溶化せしめて溶解除去するポジ型のレジストを使用した例も報告されている。

【0014】上記したようなピエゾ方式のインクジェットヘッドと同様に、いま1つの方式であるバブルジェット方式のインクジェットヘッドのインク室も製造することができる。すなわち、これらの2つの方式のヘッド部において、インク室及びノズルは基本的に共通であり、但し、バブルジェット方式では圧電素子及びダイアフラムを使用せず、その代わりに、剛性の高い基板の上に各インク室に対応して配設された発熱体及び関連部材を有している。

【0015】以上において、従来のインクジェットヘッドについて説明してきた。しかし、これらのインクジェットヘッドは、特に近年において要求されている高密度印字に対応することができない。近年、プリンタの分野では、1インチ当たりのドット数(dpi)が180もしくはそれ以上である高密度の印字が要求されつつある。当然のことながら、インクジェットヘッドにおいても、そのヘッド部のインク室間距離及びしたがってノズル間距離も、少なくとも180dpi相当の狭い長さであることが要求されている。ここで、「180dpi相当の間隔」とは、具体的な長さで表現した場合、141 $\mu\text{m}$ の間隔でインク室及びノズルが形成されていることを意味する(図1の相隣れるインク室12の間の間隔d及び相隣れるノズル14の間の間隔dを参照されたい)。すなわち、インク室部材においては、141 $\mu\text{m}$ の限られた長さのなかにインク室とインク室間を仕切る隔壁部材とが形成されていることが必要である。例えば、インク室の幅と隔壁部材の厚さの比が1対1である場合、インク室の幅が70.5 $\mu\text{m}$ 、隔壁部材の厚さが70.5 $\mu\text{m}$ ということになる。このように、印字の高密度化が進むに従い、インク室の幅は狭くなる。しかし、インク室の幅を狭くすることによって高密度化を達成することができるといっても、記録媒体に印字されるインクのドットが小さすぎたのでは、良好な印字品質は得られない。印字品質の低下を回避するためには、吐出されるインクのドットを大きく保つこと、換言すると、十分な量のインクをそれぞれのノズルから噴射させることが必要である。そのためには、インク室の容積が大きいほうがよく、したがって、隔壁部材の高さが大きいインク室を提供することが要求されている。

【0016】再びインク室部材の形成に戻ると、従来の方法で最も一般的な射出成形法は、微細な構造になると型そのものを破壊してしまう危険性があるため、また、高精度で成形を行うことができないため、120dpi



程度の印字密度に相当する微細構造の形成が限界である。また、エッチング法は、平面形状を有するものを微細に加工することは容易であるので、180dpi程度のパターンニングは十分に可能である。しかしながら、一般にエッチング法では、それによりパターンニングできる幅は、エッチングされるべき部材の厚さに影響される。例えば、180dpi相当の、インク室の幅が70.5 $\mu\text{m}$ 、隔壁部材の厚さが70.5 $\mu\text{m}$ といったインク室部材を形成しようとする場合、エッチングされるべき部材の厚さが70 $\mu\text{m}$ 以下でなくては、パターンニングを行うことができない。このことは、高密度になればなるほど、インク室の高さを大きくできないということを意味している。

【0017】同様な欠陥は、レジストを使用して、フォトリソグラフィ法によりインク室部材を形成する場合においても当てはまる。すなわち、レジストの膜厚が50 $\mu\text{m}$ もしくはそれ以上である場合、従来のフォトリソグラフィ法ではもはやレジスト膜のパターンニングを行うことができない。その理由は、レジストとして一般的に使用されている感光性樹脂は、50 $\mu\text{m}$ 以下の膜厚での使用を前提として設計されており、また、実際、50 $\mu\text{m}$ を上回る膜厚でレジストプロセスにおいて使用した場合、露光不足、現像不足などの問題が生じ、微細なパターンニングを行うに至らないからである。

【0018】また、レジスト膜を通常のフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングする場合、パターンニングできる幅に対するレジスト膜の膜厚の比（アスペクト比；なお、インク室部材においては、以下においても説明するように、アスペクト比は、インク室の幅とインク室の高さの比として規定される）は、1：2程度までが限度とされている。レジストパターンのアスペクト比が1：2を上回ると、インク室の隔壁部材となるべきレジストパターンが変形したり、基板に近いもとの部分が狭くなって、いわゆる「逆テーパー」の形状となったり、あるいは直立状態を保てなくなって隣のパターンと合体するなどの問題の多い欠陥が発生する。

【0019】上記したようなレジストパターンの欠陥は、具体的には、図5の走査電子顕微鏡写真（500倍）が参考になるであろう。写真のレジストパターンは、本発明者らが、紫外線に対して感度を有する日本合成ゴム社製のネガ型厚膜用レジスト、THB30（商品名）を使用して、アルミニウム基板上にレジストパターンの幅を30 $\mu\text{m}$ 、レジストパターン間の幅（スペース）を30 $\mu\text{m}$ 、レジストパターンの高さを50 $\mu\text{m}$ としてパターンニングを行った時の結果である。適用した主な条件は、次の通りである：

レジストの塗布（1000rpm×10秒）

プリベーク（100℃、5分）

露光条件（100mW/cm<sup>2</sup>、35秒）

ポストベーク（100℃、15分間）

図5の顕微鏡写真から明らかなように、レジストパターンのアスペクト比が約1.7の時には、パターンの抜けがよく、整然と並んだレジストパターンが欠陥を伴わずに得られた。

【0020】ところが、上記と同様なレジストパターンの形成をそのアスペクト比を徐々に高めながら繰り返したところ、レジストパターンの高さが60 $\mu\text{m}$ になった近傍から、欠陥が発生し始めた。図3は、アルミニウム基板31上に形成したレジストパターン32が逆テーパー形状となった例を図示したものである。図示のように、レジストパターン32は、その壁面が基板31に対して垂直に形成されておらず、その基部32aのところまで狭くなっている。このような逆テーパーパターンは、露光時、レジスト膜32のうちそれが基板31と接する基部32aのところまで十分な量の光が到達せず、したがって、レジスト膜32の膜厚方向の露光量が不均一になった結果として発生したものである。すなわち、ここで使用した厚膜用レジストは、現像時に未露光部が溶解除去されるネガ型レジストであるので、露光されにくかったレジスト膜32の基部32aの近傍がより多量に現像されてしまうのである。このような現象は、レジスト膜の膜厚を増加させればさせるほど、顕著に現れる。インク室部材の隔壁部材として使用すべきレジストパターンがこのように逆テーパー形状になってしまうと、基板31とレジストパターン32との密着に関与する面積が小さくなり、最悪の場合、レジストパターン32が基板31から剥離してしまう。また、剥離しないにしても、レジストパターン32のアスペクト比を高めるにつれて、パターンの壁が薄くなるので、特にその部分から、例えば図4に断面で示すように、レジストパターン32の倒れが発生することがある。レジストパターンがこのように変形すると、もはやそれをインク室の隔壁部材として使用することができなくなる。

【0021】図6は、アルミニウム基板上に形成したレジストパターンが逆テーパー形状となるとともに、パターンの頂部においてパターンどうしが部分的に結合してしまった例の走査電子顕微鏡写真（350倍）である。この顕微鏡写真のレジストパターンは、基本的には、先に図5を参照して説明したものと同様な手法に従って形成し、但し、ここでは、比較のため、レジストパターンの幅を50 $\mu\text{m}$ 、パターン間のスペースを50 $\mu\text{m}$ 、そしてパターンの高さを100 $\mu\text{m}$ とし、また、厚膜化のため、レジスト溶液を2回塗りした。

【0022】上記のような結果から、ここで使用したレジスト及びその他の商業的に入手可能なレジストでは、それらを使用して常法に従いレジストパターンを形成するためには、発生する各種の欠陥を回避するため、そのアスペクト比を1：2程度までに抑えることが必要である。

【0023】



【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記したような従来のインクジェットヘッドの多くの問題点を解決するものである。したがって、本発明の1つの目的は、高密度印字に有利に使用することができ、ピエゾ式、バブルジェット方式等、いろいろな方式のものに共通的に適用することができ、高精度のものを容易に製造することが可能でありかつ歩留りもよいインクジェットヘッドを提供することにある。

【0024】また、本発明のもう1つの目的は、上記したようなインクジェットヘッドの製造方法を提供することにある。本発明のさらにもう1つの目的は、上述のようなインクジェットヘッドのインク室として有用な、微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品及びその製造方法を提供することにある。

【0025】本発明のこれらの目的及びその他の目的は、以下の詳細な説明から容易に理解することができるであろう。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明は、その1つの面において、複数のインク吐出のためのノズル、前記ノズルに連通したインクの流通及び加圧のためのインク室及び前記インク室内のインクをその体積変化により前記ノズルより吐出するための加圧手段を含むインクジェットヘッドであって、前記インク室が、所定の形状及び寸法を有する透明な基板からなる底板部材と、その底板部材の上方にインク室の形状に合わせてパターン状に形成された非光透過性材料からなる底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって構成されており、また、前記隔壁部材が、下記の工程：前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去すること、に従って形成されたものであることを特徴とするインクジェットヘッドにある。

【0027】本発明は、そのもう1つの面において、複数のインク吐出のためのノズル、前記ノズルに連通したインクの流通及び加圧のためのインク室及び前記インク室内のインクをその体積変化により前記ノズルより吐出するための加圧手段を含むインクジェットヘッドを製造するに当たって、

前記インク室を、下記の工程：所定の形状及び寸法を有する透明な基板を用意して底板部材を形成し、前記基板の表面に底壁部材を非光透過性材料からパターン状に形成し、前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材

のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去して前記隔壁部材を形成すること、にしたがって、底板部材と、その底板部材の上方にインク室の形状に合わせてパターン状に形成された底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法にある。

【0028】また、本発明は、そのもう1つの面において、微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品であって、前記微細形状部が、所定の形状及び寸法を有する透明な基板からなる底板部材と、その底板部材の上方に前記微細形状部の形状に合わせてパターン状に形成された非光透過性材料からなる底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって構成されており、

前記隔壁部材が、下記の工程：前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去すること、に従って形成されたものであり、そして前記微細形状部が、垂直方向の断面に関して見た場合に、垂直方向に長い矩形断面を有しており、その際、前記微細形状部の高さが少なくとも50 $\mu\text{m}$ でありかつその空間の幅と高さの比として規定されるアスペクト比が少なくとも1:3であることを特徴とする微細形状部品にある。

【0029】さらに、本発明は、そのもう1つの面において、微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部を備えた微細形状部品を製造するに当たって、前記微細形状部を、下記の工程：所定の形状及び寸法を有する透明な基板を用意して底板部材を形成し、前記基板の表面に、その全域にわたって、非光透過性の底壁部材形成性材料を塗被し、得られた底壁部材形成性材料の被膜の上にさらに感光性材料を全面的に塗被し、形成された感光性材料の被膜を所望とする底壁部材のパターンに合わせてフォトリソグラフィ法により選択的に除去し、次いで、得られた感光性材料のパターンをマスクとして、その下地の底壁部材形成性材料の被膜を選択的に除去すること、に従って底壁部材をパターン状に形成し、前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材



料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去して前記隔壁部材を形成すること、にしたがって、底板部材と、その底板部材の上方に前記微細形状部の形状に合わせてパターン状に形成された底壁部材と、前記底板部材の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材とをもって形成することを特徴とする微細形状部品の製造方法にある。

【0030】本発明によると、インク室の幅を狭くすることができるので、従来から切望されていたより高密度の印字が可能になる。さらに加えて、本発明では、インク室の幅と高さの比であるアスペクト比を大きくとることができるので、上記したようにインク室の幅が狭くても、インク室に充填されるインクの量は従来のインク室と同等もしくはそれ以上であり、したがって、印字の都度に印字品質を損なわない程度に十分な量のインクを付属のノズルから吐出することができる。また、本発明のインクジェットヘッドは、いろいろな方式のヘッドにおいて同じように有利に適用することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】引き続き、本発明をその最良の実施の形態について説明する。なお、本発明の微細形状部品とその製法については、それに備わった微細な突起部もしくは開口部からなる微細形状部の典型例がインクジェットヘッドのインク室であるので、特にインク室を参照して説明することにする。したがって、以下、「インク室」なる語は、「微細形状部」と読みかえることができる。

【0032】本発明によるインクジェットヘッドは、以下に説明するように、ピエゾ方式、バブルジェット方式及び、所望ならば、その他の公知の方式のものであることができる。これらのインクジェットヘッドは、その基本構造として、複数のインク吐出のためのノズル、それらのノズルに連通したインクの流通及び加圧のためのインク室及びインク室内のインクをその体積変化により前記ノズルより吐出するための加圧手段を有している。ここで、加圧手段は、本発明のヘッドの方式に応じていろいろな構成を有することができる。例えば、ピエゾ方式のインクジェットヘッドは、その加圧手段として、圧電素子及び関連の部材、例えばダイアフラムなどを有することができる。ピエゾ方式のインクジェットヘッドの典型的な構造は、図1を参照してすでに説明してある。また、バブルジェット方式のインクジェットヘッドは、その加圧手段として、発熱体及び関連の部材、例えば発熱体に電気的に接続された電極などを有することができる。

【0033】本発明によるインクジェットヘッドでは、それに含まれるインク室の構造及びその形状が重要である。インク室は、図7にその一部を拡大して示したよう

に、所定の形状及び寸法を有する透明な基板からなる底板部材1と、底板部材1の上方にインク室の形状に合わせてパターン状に形成された非光透過性材料からなる底壁部材2と、底壁部材2の上方であって前記底壁部材が占有しない領域に形成された隔壁部材5とをもって構成される。隔壁部材5は、その幅が $w$ でありかつその高さが $h$ であり、また、インク室12の形成のために等間隔で隔離して配置された隔壁部材5の間隔（スペース）は $s$ である。したがって、本願明細書において屢々使用する「アスペクト比」（インク室の幅とインク室の高さの比として規定される）は、 $s:h$ である。

【0034】底板部材1を形成する透明な基板は、隔壁部材5の形成時にパターンニング用の光がその基板を透過可能でありかつ、底壁部材2をエッチングにより形成する場合に、そのエッチングでもって基板自体が損傷を被ったり剥離除去されない限り、特に限定されるものではない。適当な透明基板材料として、例えば、ガラス、プラスチック材料、例えばポリエステル樹脂（PETなど）、アクリル樹脂（PMMAなど）など、石英、その他を挙げることができる。これらの材料は、単層で使用してもよく、あるいは2層以上を積層して使用してもよい。

【0035】底板部材1の上にはそれに密着させてあるいは、ここでは図示しないけれども、必要に応じて、任意の中間層を介在させて、非光透過性材料からなる底壁部材2が形成される。ここで使用する非光透過性材料は、隔壁部材5の形成時にパターンニング用の光の透過を阻止することができかつヘッドの使用時にインクの良好な流れを保証し得る限りにおいて特に限定されるわけではないけれども、好ましくは、その形成の容易さ及び得られるパターンの精度などを考慮して、金属材料、例えば、クロム、タンタル、ニッケル、チタン、銅、アルミニウムなどであることができる。底壁部材2は、これらの材料から単層として形成してもよく、あるいは2層以上を積層して形成してもよい。また、場合によっては、反射防止膜などと組み合わせて積層してもよい。底壁部材2は、上記したような材料からなるべく薄く形成することが好ましく、通常の膜厚は、約 $0.05 \sim 1 \mu\text{m}$ である。

【0036】底壁部材2とともにインク室12を形成するために用いられる隔壁部材5は、本発明に特徴的なこととして、下記の工程：透明な基板1の底壁部材2が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、感光性材料の被膜を、非光透過性の底壁部材2のパターンを介して、基板1の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、その感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去すること、に従って形成することができる。なお、この工程は、以下に説明する本発



明のインクジェットヘッドの製造のところでさらに詳しく説明する。

【0037】ここで、隔壁部材形成性の感光性材料は、レジストプロセスにおいて一般的に使用されている多数のレジストのなかから適当なものを任意に選択して使用することができる。ここで通常用いられるレジストは、ネガレジストである。適当なレジストは、好ましくは、少なくとも $50\mu\text{m}$ の膜厚で成膜し、パターンニングすることができるものであり、その一例として、例えば、日本合成ゴム社製のTHB-30（商品名）あるいは東京応化社製のOMR-83（商品名）を挙げることができる。隔壁部材5は、また、必要に応じて、それぞれのレジストの特性を生かす目的で、2層構造あるいはそれ以上の多層構造のレジスト膜から形成してもよい。

【0038】図7に示したインク室部材は、その構成として最もシンプルな形を採用している。しかし、本発明のインク室部材では、発生するおそれのある不都合な回折現象の回避のため、底板部材1の上に底壁部材2に隣接させて隔壁部材5を配置する際に、底壁部材2と隔壁部材5の中間に、底壁部材2のパターンよりも厚い膜厚で中間層を介在せしめてもよい。中間層は、隔壁部材5の形成に適当な材料から任意の手法に従って形成することができる。適当な中間層材料は、例えば、エポキシ樹脂及びその他の樹脂材料、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ などである。中間層は、その膜厚を広く変更することができるというものの、通常、 $5\mu\text{m}$ 以上であるのが好ましい。中間層の膜厚が $5\mu\text{m}$ を下回ると、もしも中間層の使用目的が高アスペクト比の適用時における回折現象の回避にある場合に、その回折の問題を依然として回避することができないであろう。中間層は、スプレーコート、ロールコート、刷毛塗り、熱圧着、蒸着、スパッタリングなどの技法を使用して形成することができる。

【0039】本発明によるインク室部材において、そのインク室のインク流路は、好ましくは、垂直方向の断面に関して見た場合に、垂直方向に長い矩形断面を有しており、その際、前記インク室の高さが少なくとも $50\mu\text{m}$ でありかつインク室の幅とインク室の高さの比として規定されるアスペクト比（ $s:h$ ）が少なくとも1:3である。特に、インク流路の壁面、すなわち、隔壁部材の壁面は、基板の表面から垂直に立ち上がっているのではなくて、認め得る程度の傾斜を有している。これを隔壁部材の形状から見ると、基板に近い下側から上側に向かって先細りになっており、先に図3を参照して説明した従来のインク室の逆テーパ状の隔壁部材とは正反対である。このような先細りの隔壁部材の形状は、本願明細書において、特に「順テーパ」形状と呼ぶ。このような順テーパの隔壁部材が形成される理由は、以下に詳細に説明するように、本発明において採用されるパターンニング方法では、使用する厚膜用レジストの上部よりも下部、すなわち、基板に近い部分のほうが、より多量に

露光を受けることができるからである。本発明の隔壁部材は、このように順テーパ形状を有することで、底板部材たる基板上に安定に固着され、位置することができ、また、使用の途中で基板から剥離したり、倒れたりすることが顕著に防止される。その結果、従来の技術では不可能と考えられてきた $100\mu\text{m}$ もしくはそれ以上の膜厚を有するレジスト膜をパターンニングして所望の形状及び寸法を有するインク室を形成することが可能になった。

【0040】1:3以上の高アスペクト比のインク室の形成は、添付の図9の走査電子顕微鏡写真（350倍）から明らかである。写真のレジストパターンは、本発明者らが、紫外線に対して感度を有する日本合成ゴム社製のネガ型厚膜用レジスト、THB30（商品名）を使用して、以下に詳細に説明する本発明の方法に従いガラス基板上にレジストパターンの幅を $41\mu\text{m}$ 、レジストパターン間の幅（スペース）を $30\mu\text{m}$ 、レジストパターンの高さを $100\mu\text{m}$ としてパターンニングを行った時の結果である。マスクとして使用した幅 $30\mu\text{m}$ のクロムパターンは、それが非常に薄いために写真には現れていない。適用した主な条件は、次の通りである：

レジストの塗布（ $1000\text{rpm} \times 10\text{秒}$ 、2回塗り）  
プリバーク（ $100^\circ\text{C}$ 、5分）

露光条件（ $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 、45秒；ガラス基板側からのバック露光）

ポストバーク（ $100^\circ\text{C}$ 、15分間）

図9の顕微鏡写真から明らかなように、レジストパターンのアスペクト比が約3.3の時でも、パターンの抜けがよく、整然と並んだ細長いレジストパターンが欠陥を伴わずに得られた。レジストパターンに十分な高さがあるので、インク室にも多量のインクを貯留することができ、よって、印字品質も良好である。

【0041】上記のような高アスペクト比のレジストパターンの形成において使用するレジストの膜厚が増加すればするほど、レジスト膜の表面付近では、露光不足になるとともに、露光部と未露光部の境界が曖昧になりやすい。しかしながら、本発明では、現像時において、露光後のレジスト膜の表面ほど新しい現像液が供給されるため、その露光部と未露光部の境界が多少ははっきりとしなくても、満足し得るのに十分な程度に現像を行うことができる。よって、本発明の場合、たとえレジスト膜の膜厚を大幅に増加したとしても、従来の技術で達成されるものよりも微細なレジストパターンを形成することができる。

【0042】本発明によるインクジェットヘッドの製造において、そのインク室は、次のような一連の工程：所定の形状及び寸法を有する透明な基板を用意して底板部材を形成し、前記基板の表面に底壁部材を非光透過性材料からパターン状に形成し、前記基板の前記底壁部材が形成された側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性



の感光性材料を所定の膜厚で塗被し、前記感光性材料の被膜を、前記底壁部材のパターンを介して、前記基板の裏側からの前記感光性材料が感度を有する光に選択的に露光し、よって、前記感光性材料の被膜の露光域を現像液に不溶化せしめ、そして前記感光性材料の被膜の未露光域を現像により除去して前記隔壁部材を形成すること、にしたがって有利に製造することができる。以下、それぞれの工程について説明する。

底板部材の形成：所定の形状及び寸法を有する透明な基板を用意して底板部材を形成する。ここで使用することのできる適当な透明な基板は、先のインク室の構成の説明のところで例示した。使用する基板の表面は、それに対する底壁部材及び隔壁部材の密着力を高めるなどの目的で、常法に従って表面処理を行ってもよい。

パターン化された底壁部材の形成：形成されるインク室の底の部分形成するため、非光透過性材料を使用して、基板の表面に底壁部材をパターン状に形成する。先に具体的に説明したように、底壁部材形成のための非光透過性材料としては、各種の金属材料を有利に使用することができる。また、底壁部材の形成は、選ばれた底壁部材形成性材料を基板上にパターン上に被着することによって直接的に形成してもよく、あるいは、選ばれた底壁部材形成性材料を基板上に全面的に被着した後、不要な部分のみを選択的に除去してもよい。

【0043】底壁部材の形成は、特に後者の方法に従って行うことが好ましく、さらに好ましくは、下記の工程：基板の表面に、その全域にわたって、底壁部材形成性材料を塗被し、得られた底壁部材形成性材料の被膜の上にさらに感光性材料を全面的に塗被し、形成された感光性材料の被膜を所望とする底壁部材のパターンに合わせてフォトリソグラフィ法により選択的に除去し、次いで、得られた感光性材料のパターンをマスクとして、その下地の底壁部材形成性材料の被膜をフォトリソグラフィ法により選択的に除去すること、に従って行うことができる。このような一連の工程を経て、所望とするところのパターン状底壁部材を得ることができる。

【0044】ここで、基板の上に最初に形成される不透明層としての底壁部材形成性材料の被膜は、上記したように、好ましくは金属材料からなる被膜であり、また、その形成は、この技術分野において公知の任意の技法によって行うことができる。適当な技法は、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、次のようなものを包含する。

【0045】1. PVD法（物理的蒸着法）  
スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法など。

2. CVD法（化学蒸着法）  
熱CVD法（常圧、減圧）、プラズマCVD法、MOCVD法など。

3. 無電解メッキ法

#### 4. コーティング法

スピンコート法、スプレーコート法、ディップコート法、ロールコート法、刷毛塗り法など。

【0046】底壁部材形成性材料の被膜を形成した後、その上面に、底壁部材の選択的除去の際にマスクとして使用する感光性材料、すなわち、レジストを塗被する。ここで使用するレジストは、特に限定されるわけではないけれども、パターン精度を上げるために、10 $\mu$ mもしくはそれ以下の膜厚で塗布した時にも所望のレジストパターンを形成することができるものが好ましい。パターンニングに使用するため、ポジ型、ネガ型のいずれのレジストであってもよい。適当なレジストとして、例えば、ヘキスト社製のAZ-4620、東京応化社製のOFPR-8000及びOMR-83、そしてイー・アイ・デュポン社製のリストン（いずれも商品名）などを挙げることができる。選ばれたレジストを、常用の手法に従って、例えば、スピンコート、ディップコート、スプレーコート、ロールコート、刷毛塗りなどにより所定の膜厚で塗被し、そして乾燥する。

【0047】次いで、形成されたレジスト膜を所望とする底壁部材のパターンに合わせてフォトリソグラフィ法により選択的に除去する。ここで使用するフォトリソグラフィ法は、レジストプロセスにおいて通常行われているように実施することができる。例えば、レジスト膜の露光は、レジストの種類等に応じて、

##### 1. 紫外線露光法

コンタクト露光法、プロキシミティ（近接）露光法、プロジェクション（投影）露光法など。

##### 【0048】2. X線露光法

##### 3. 電子ビーム露光法

などを使用することができる。使用する露光法に応じてフォトマスクを使用し、また、レジストのタイプに応じてマスクのパターンも変更する。露光に続く現像も、レジストプロセスにおいて通常行われているように実施することができる。

【0049】レジストパターンの形成後、そのパターンをマスクとして、下地の底壁部材形成性材料の被膜を選択的に除去する。この被膜の選択的除去にも、半導体装置等の製造プロセスにおいて通常用いられている技法、例えば、エッチング、例えば、

##### 1. ウェットエッチング法

ディップ法、シャワー法など。

##### 【0050】2. ドライエッチング法

RIE法（反応性イオンエッチング法）、ICP法、ECR法、イオンビームエッチング法など。あるいはリフトオフ法（パターンニングを先に行い、底壁部材形成性材料を後に成膜する）などを使用することができる。所望とする底壁部材がパターン状で得られる。

隔壁部材の形成：底壁部材を所望のパターンで形成した後、インク室形成の最後の工程として、隣接するインク



室どうしを隔離するための隔壁部材を形成する。

【0051】最初に、基板のうち先の工程で底壁部材を形成した側の上にその全域にわたって隔壁部材形成性の感光性材料を所定の膜厚で塗被する。ここで使用する感光性材料、すなわち、レジストは、特に限定されるわけではないけれども、隔壁部材をより厚くしてインク室のアスペクト比を上げるため、少なくとも $50\mu\text{m}$ の膜厚で厚膜化可能なものが好ましい。また、このレジストは、未露光域が現像液で溶解除去されることが必要であり、したがって、いわゆる「ネガ型レジスト」である。さらに、このネガ型レジストは、厚膜化のため、2種類もしくはそれ以上のレジスト膜を積層してもよい。適当なネガ型レジストとして、例えば、日本合成ゴム社製のTHB-30、東京応化社製のOMR-83（いずれも商品名）などを挙げることができる。選ばれたレジストを、常用の手法に従って、例えば、スピコート、ディップコート、スプレーコート、ロールコート、刷毛塗りなどにより所定の膜厚で塗被し、そして乾燥する。得られる隔壁部材形成性のレジスト膜の膜厚は、好ましくは、少なくとも $50\mu\text{m}$ 、通常 $50\sim 200\mu\text{m}$ あるいはそれ以上である。

【0052】次いで、形成されたレジスト膜をフォトリソグラフィ法により選択的に除去して隔壁部材を形成する。ここで使用するフォトリソグラフィ法は、先の底壁部材形成工程において使用したものと同様であってよく、例えば、露光法は、使用したレジストの感光性に応じて、紫外線露光法、X線露光法などである。なお、この露光工程では、露光を透明基板の裏側から行うことが重要である。すなわち、形成されたレジスト膜を、特別のフォトマスクを使用しないで、但し、光の対して不透明なパターン状の底壁部材をマスクとして使用して、基板の裏側から選択的に露光する。このような透明基板の背面からの露光は、一般に「バック露光」と呼ばれている。レジストが感度を有する光を露光源として使用した露光の結果として、レジスト膜のうちの露光域、すなわち、底壁部材のマスクによって光の透過が阻止されなかった領域が現像液に不溶化せしめられる。

【0053】露光の完了後、レジスト膜のうちの未露光の領域（可溶性領域）を現像液で溶解除去する。この現像工程は、レジストプロセスにおいて通常行われているようにして実施することができる。例えば、使用する現像液及び現像時間は、レジストの種類に応じてそれに好適なものを使用することができる。一例を示すと、使用したレジストがTHB-30（前出）である場合、露光後のレジスト膜を現像する際には、日本合成ゴム社より商業的に入手可能なTHB-30専用の現像液を使用することができる。現像の結果として、所望とする隔壁部材が得られる。得られる隔壁部材の断面形状は、先に説明したように、順テーパ形状である。

【0054】本発明方法に従うと、上記したように細長

い順テーパ形状の隔壁部材を形成し、よって、インク室のアスペクト比を1:3もしくはそれ以上とすることができる。ところで、本発明者らの知見によれば、アスペクト比を高めるために隔壁部材の高さを大きくしていくと、例えば、アスペクト比が1:5もしくはそれ以上になると（換言すると、インク室の幅が $30\mu\text{m}$ の時にその高さが $150\mu\text{m}$ もしくはそれ以上になると）、露光時の光の回折現象に原因して隔壁部材の基部において「切れ込み」（あるいは、部材の膨れ）が発生することがある。この隔壁部材の切れ込みは、隔壁部材自体の自立性には悪い影響を及ぼさないというものの、インク室の容積を減少させるので、防止することが望ましい。この回折現象について、図15（説明の便宜のため、すでに隔壁部材が形成されている状態が示されている）を参照しながら説明する。

【0055】上記したような隔壁部材の形成工程において、隔壁部材形成性のレジスト膜5をマスクとしての底壁部材2を介して選択的にバック露光する場合、もしもバック露光での露光量が多いと、底壁部材2のエッジの部分で図中矢印で示される光の回折が発生する。露光の一部が底壁部材2の裏側にも回り込み、その部分も硬化せしめられる。したがって、露光後のレジスト膜5を現像すると、図示したように、得られた隔壁部材5の基部において部材の切れ込み5aが発生する。レジスト膜5の膜厚が大きいと、通常、それに応じて多量の露光を行うことが必須であり、したがって、レジストの厚膜化を達成するとともに、上記したような不所望な光の回折を防止することが望ましい。

【0056】本発明方法は、その好ましい1態様において、底壁部材をパターン状に形成した後であって、その上にさらに隔壁部材形成性のレジストを塗被する前、すでに形成されている底壁部材のパターンを覆うようにして、すなわち、底壁部材のパターンよりも厚い膜厚で、隔壁部材形成性のレジストの露光に用いられる光が透過可能な材料からなる中間層を形成する工程をさらに含むことを特徴としている。

【0057】このように底壁部材のパターンの上に中間層を配置したので、依然として光の回折が発生したとしても、その回折は無反応の中間層の内部に限られ、隔壁形成性のレジスト膜にまで達成することがない。したがって、基部における切れ込みのような欠陥のない隔壁部材を得ることができる。上記の中間層の形成に用いられる材料は、隔壁部材形成性のレジストの露光に用いられる光が透過可能である限り、特に限定されるものではない。適当な中間層材料は、以下に列举するものに限定されないというものの、例えば、エポキシ樹脂及びその他のプラスチック材料、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ などを包含する。また、場合によっては、上記した隔壁部材形成性のレジストを中間層材料として使用してもよい。これらの中間層材料は、常用の技法を使用して、例えば、スプレ



ーコート、ロールコート、刷毛塗り、熱圧着、蒸着、スパッタリングなどによって、所望の膜厚で塗被することができる。中間層の適当な膜厚は、通常、 $5\mu\text{m}$  以上、好ましくは、 $5\sim 50\mu\text{m}$  である。膜厚が $5\mu\text{m}$  未満では光の回折を中間層内で吸収することができず、反対に $50\mu\text{m}$  を上回ると、中間層の上の隔壁部材の自立性に悪い影響の恐れなどがある。

【0058】上記のようにして製造されたインク室部材は、そのままインクジェットヘッドの製造に用いてもよく、さもなければ、必要に応じて、製造されたインク室部材を電鍍法のための型として使用して、引き続き電鍍処理により金属材料からなるインク室部材を使用してもよい。電鍍処理により形成された金属製のインク室部材は、特に、高い剛性をもつ隔壁を形成でき、そのため隔壁幅をより狭くできるというような点において有利であ

電鍍浴の組成：

水  
スルファミン酸ニッケル  
塩化ニッケル  
硼酸  
ラウリル硫酸ナトリウム

浴の温度： $60^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$

電流密度： $50\text{mA}/\text{cm}^2$

攪拌速度： $1\text{L}/\text{分}$

$5\text{L}$  (リットル)  
 $1650\text{g}$   
 $150\text{g}$   
 $225\text{g}$   
 $5\text{g}$

上記のような浴を使用した電鍍処理に引き続いて離型を行うと、その表面に薄い電極膜を有するニッケル製のインク室部材が得られる。このインク室部材の形状及び寸法は、型として使用したインク室部材のそれに対応している。

【0060】本発明によるインクジェットヘッドは、すでに説明したように、ピエゾ方式、バブルジェット方式、その他の方式のインクジェットヘッドに有利に適用することができる。例えば、ピエゾ方式のインクジェットヘッドは、上記のようにして形成されたインク室部材の天井部に圧電素子などを含む加圧手段を配置することによって製造することができる。例えば、インク室部材が、下記の例1において作製する添付の図8に示すような形態をとる時、すなわち、インク室12が、底板部材1と、底壁部材2と、隔壁部材5とをもって構成される時、それを、そのインク室が下面を向くようにして例えば図1に示したインクジェットヘッドに組み込むと、所望とするピエゾ方式のインクジェットヘッドを得ることができる。

【0061】バブルジェット方式のインクジェットヘッドは、発熱体及びそれに電氣的に接続された電極を加圧手段として使用して、先に説明したインク室部材の形成途中でその加圧手段を底壁部材の上に形成することによって、製造することができる。底壁部材上への加圧手段の組み込みは、バブルジェットヘッドの製造に通常用いられている技法を応用して、いろいろな手法で実施する

る。

【0059】電鍍処理は、常用の技法を使用して行うことができる。例えば、電鍍型となるレジスト膜からなる隔壁部材を有するインク室部材の表面に、その全面にわたって電鍍用電極膜を被覆する。適当な電極膜材料としては、導電性の金属材料、例えば、金、銅、ニッケル、銀、白金、タングステンなどを挙げることができる。また、下地となるインク室部材に対する密着力を高めるため、クロムなどの金属を添加するのが好ましい。電極膜の被覆には、蒸着法、スパッタ法、無電解メッキ法などを使用することができる。電極膜の形成後、電鍍処理を行う。ここで有利に使用することのできる電鍍材料は、例えば、ニッケル、銅などの金属あるいはその合金である。例えば、ニッケルを使用した電鍍処理は、次のような条件で実施することができる。

ことができる。

【0062】例えば、図14に示すようなバブルジェット方式のインクジェットヘッドのインク室部材は、次のようにして製造することができる。まず、透明基板からなる底板部材1の表面に所定のストライプ状のパターンで底壁部材2を形成した後、それらの全面に耐熱性の絶縁層6を被覆する。絶縁層を形成する材料は、半導体装置などの分野で常用の絶縁材料、例えば $\text{SiN}$ 、 $\text{SiO}_2$ などであることができ、これらの材料をスパッタ法、蒸着法などの一般的な手法で成膜することができる。絶縁層6の膜厚は、特に限定されないというものの、一般的に約 $0.05\sim 1\mu\text{m}$  である。

【0063】絶縁層5の形成後、発熱体7をストライプ状に、しかし、好ましくは底壁部材2よりも狭い幅で被着する。ここで使用する発熱体材料は、例えば、 $\text{Ta}_2\text{N}$ 、 $\text{TaN}_x$ 、ニクロム系材料などである。これらの発熱体材料を例えばスパッタ法、蒸着法などにより全面に被着した後、エッチングなどにより選択的に除去する。図示のようなパターンで発熱体7が形成される。なお、発熱体7の膜厚は、特に限定されないというものの、一般的に約 $0.05\sim 1\mu\text{m}$  である。

【0064】引き続き、発熱体7に電流を流すための電極8を形成する。図示の例では、発熱体7の両端をまたぐようにして電極8が形成されている。ここで使用する電極材料は、それが適度の導電性を有している限りにおいて特に限定されないというものの、例えば、 $\text{SnO}_2$ 、



$\text{In}_2\text{O}_3$  などである。これらの電極材料を例えばスパッタ法、蒸着法などにより全面に被着した後、エッチングなどにより選択的に除去する。図示のようなパターンで電極8が形成される。なお、電極8の膜厚は、特に限定されないというものの、一般的に約0.05~1 $\mu\text{m}$ である。

【0065】発熱体7及び電極8を形成した後、先に説明したような技法に従って隔壁部材5を形成する。このようにして、特にバブルジェット方式に適したインク室部材が得られる。引き続き、インク室12の上面にその開口部を覆うために平板（図示せず）を載置する。このようにして、所望とするバブルジェット方式のインクジェットヘッドを得ることができる。なお、インク室の上面に載置する平板の代わりにノズル板を載置すると、発熱体に対して垂直にインクを吐出させることができる。

#### 【0066】

【実施例】以下、本発明をその典型的な実施例について添付の図面を参照しながら説明する。なお、本発明はこれらの実施例に限定されるものではないことを理解されたい。

#### 例1

##### インク室部材の形成

図10の(A)に示すように、厚さ400 $\mu\text{m}$ の透明なガラス基板1を用意した。ここで用意したガラス基板は、目的とするインク室部材において底板部材となるものであり、また、隔壁部材の形成の際に露光用の紫外線を透過させるため、紫外線に関して透明である。

【0067】次いで、図10の(B)に示すように、膜厚0.15 $\mu\text{m}$ 及び幅30 $\mu\text{m}$ のクロム薄膜2を基板1の所定の部位にストライプ状に被着した。このクロム薄膜2は、インク室の底壁部材となるもので、詳しくは、図11の(A)~(D)に順を追って示すようにして形成した。図11の(A)に示した透明なガラス基板1の上に、図11の(B)に示すように、クロム薄膜2を膜厚0.15 $\mu\text{m}$ で全面的に被着した。このクロム薄膜2の成膜には、トッキ社製のスパッタリング装置を使用し、RFパワー450W、アルゴン(Ar)ガス圧0.01トルで5分間にわたって成膜を行った。

【0068】次いで、形成されたクロム薄膜2の上に、ヘキスト社製の薄膜用ポジ型レジスト、AZ4620（商品名）を4000rpmで30秒間スピコートした。AZレジストの均一な膜が膜厚6 $\mu\text{m}$ で得られた。このレジスト膜を電気炉中で90℃で20分間加熱してプレベークを行った後、所定のパターンを有するマスクを使用して露光を行い、さらにこれを現像してパターンニングした。図11の(C)に示すように、クロム薄膜2の上にレジストパターン3が形成された。

【0069】上記したレジスト膜のパターンニングに関してさらに説明しておく、レジスト膜の露光に使用した装置はユニオン光学社製の紫外線露光装置で、露光量

は、100mJ/cm<sup>2</sup>であった。使用したマスクは、LSIデバイスの製造分野で一般に用いられている、ガラス基板上にクロム膜でパターンが描画されているタイプのマスクである。このマスクには、これから作製しようとしているインク室部材のインク室の平面パターンが描画されており、そのパターンは、得られるインク室の間隔を71 $\mu\text{m}$ とするため、ライン部（クロム膜部分；光の透過が阻止される）が30 $\mu\text{m}$ 、そしてスペース部（開口部分；光の透過が可能）が41 $\mu\text{m}$ であった。なお、インク室の間隔が71 $\mu\text{m}$ であることは、1インチ当たり360個のインク室を配置可能であることを意味し、換言すると、360dpiの高密度で印字ができることを意味する。また、露光後のレジスト膜の現像は、使用したレジストであるAZ4620に専用の現像液を使用し、その現像時間は約1分間であった。現像後、得られたレジストパターンを純水ですすいで残留の現像液を洗い流し、さらに電気炉中で120℃で20分間加熱してポストベークを行った。硬化したレジストパターンが得られた。

【0070】図11の(C)に示すようなレジストパターン3を形成した後、その下地のクロム薄膜2をウェットエッチング法によってパターンニングした。本例では、エッチングの対象がクロム薄膜であるので、純水：硝酸セリウムアンモニウム：60%過塩素酸=800ml：16g：16mlのクロム用エッチング液を使用した。エッチングの結果、レジストパターン3のパターンがそのままクロム薄膜2に転写され、図11の(D)に示すように、インク室部材の底壁部材の役割を果たすクロムパターン2が得られた。なお、レジストパターン3とクロムパターン2の間の寸法誤差は、非常に小さくて、サブミクロンのオーダーであった。

【0071】クロムパターンの形成後、図10の(C)に示すように、厚膜のレジスト膜5を透明基板1のクロムパターン2の側に全面的に塗被した。この工程で使用したレジストは、日本合成ゴム社製の紫外線感応性のネガ型厚膜用レジスト、THB-30（商品名）である。このレジストを基板の上に1000rpmで10秒間スピコートした。約50 $\mu\text{m}$ の膜厚を有するレジスト膜が得られた。スピコート後、基板を100℃のホットプレート上で5分間加熱した。このポストベークにより、レジスト膜中の溶媒が蒸発し、熱硬化が完了した。ところで、上記したような工程では、約50 $\mu\text{m}$ の膜厚を有するレジスト膜しか得られず、本例で意図している高アスペクト比のインク室を形成することができない。本例では、従って、上記したレジスト膜の形成工程をいまだ繰り返した。レジストの2回塗りの結果、厚膜（膜厚=約100 $\mu\text{m}$ ）のレジスト膜が得られた。

【0072】引き続き、得られた厚膜レジスト膜を隔壁部材を得るためにパターンニングした。先ず、図10の(D)に示すように、透明基板1上に形成されたレジス



ト膜5に対して基板1の反対側から紫外線(矢印を参照)を照射した。レジスト膜の露光に使用した装置はユニオン光学社製の紫外線露光装置で、露光量は、 $300 \text{ mJ/cm}^2$  であった。照射した紫外線は、基板1の内部はそのまま透過し、しかし、クロムパターン2のところではそれにより透過を阻止され、反射もしくは吸収された。基板1を透過した紫外線のうちクロムパターン2にその透過を阻止されなかった紫外線は、そのままレジスト膜5に入射した。すなわち、クロムパターン2は、この紫外線露光プロセスにおいてマスクとして作用した。結果として、レジスト膜5は、所望のパターンで、すなわち、所望とするインク室の平面形状パターンで、パターン露光された。レジスト膜5の露光域は、したがって、引き続いて行う現像工程の現像液に不溶化せしめられた。

【0073】レジスト膜のパターン露光後、使用したレジスト、THB-30に専用の現像液を使用して露光レジスト膜を浸漬現像した。現像液の温度は $35^\circ\text{C}$ 、現像時間は3分間であった。現像の結果、先の露光工程で現像液に不溶化せしめられなかったレジスト膜の未露光域のみが溶解除去され、図10の(E)に示すようなレジストパターン5が得られた。なお、図中、透明な基板1は本発明のインク室部材の底板部材に相当し、クロムパターン2は底壁部材に相当し、そしてレジストパターン5は隔壁部材に相当する。また、これらの3つの部材に囲まれて形成された空間が、インク室12である。

【0074】図8は、上記のようにして作製したインク室部材の要部を示した斜視図である。この図では、形状を理解しやすくするため、それぞれの部材の寸法に関して拡大して示してある。図示のインク室部材11では、 $400 \mu\text{m}$ の厚さの底板部材1の上に、インク室の平面形状にパターニングされた膜厚 $0.15 \mu\text{m}$ のクロム製底壁部材2と、膜厚 $100 \mu\text{m}$ のレジスト製隔壁部材5とが形成されている。インク室12の幅は、そのインク室の底部(底板部材1との境界部)で $30 \mu\text{m}$ で、インク室12間を仕切る隔壁部材5の幅は底部で $41 \mu\text{m}$ であった。これによって、インク室の幅と高さの比を1:3以上とすることが可能になった。なお、本例で作製したインク室部材11は、複数個(図では、省略のため、4個のみが示してある)のインク室12が後方で1室となっており、さらに、インク供給口12aに連通している。

【0075】インク室部材11の隔壁部材5の断面形状を見ると、インク室12を構成する隔壁部材5の幅は、底板部材1から遠ざかるほど狭くなり(すなわち、インク室12は、部材1から遠ざかるほど広くなり)、順テーパの形状である。この隔壁部材5の傾斜角は、測定したところ、約 $6^\circ$ であった。このような断面形状で隔壁部材5をパターニングし、形成することが、本発明で採用されているパターニング方法、すなわち、インク室

形成方法の最も特徴とするところの1つである。

## 例2

### インク室部材の形成

前記例1に記載の手法を繰り返した。但し、本発明では、隔壁部材の形成のため、同一の厚膜用レジストを同一の塗布条件で3回塗りし、その膜厚を $150 \mu\text{m}$ とした。また、本例では、レジスト膜の膜厚を増加したので、パターン露光時の露光量も $450 \text{ mJ/cm}^2$ に増加した。インク室の幅と高さの比が1:5である高アスペクト比のインク室部材が得られた。

【0076】得られたインク室部材は、図7においてその要部が断面で示されている。底壁部材2と隔壁部材5によって形成されたインク室12は、幅が $30 \mu\text{m}$ 、高さが $150 \mu\text{m}$ となっている。この結果からもわかるように、本例では、1:5という高アスペクト比のインク室に形成できた。また、このインク室部材の隔壁部材5も、前記例1の場合と同様に、底板部材1と接する部分で $41 \mu\text{m}$ の幅をもち、約 $6^\circ$ の傾斜角を有していた。以上により、 $150 \mu\text{m}$ の高さのインク室を $360 \text{ dpi}$ 相当(インク室間隔 $71 \mu\text{m}$ )で配置したインク室部材を形成することができた。

## 例3

### 電鍍インク室部材の形成

前記例1に記載の手法を繰り返した。但し、本発明では、得られたインク室部材を電鍍インク室部材の形成のための電鍍型として使用するため、インク室と、隣接するインク室を隔離するための隔壁部材(厚膜用レジストからなる)の配置を反転させた。すなわち、底壁部材たるクロムパターンの形成時に使用したマスクのパターンを反転させた。その結果、得られたインク室部材は、前記例1で得られたインク室部材とは逆のパターンとなり、例1でインク室となった部分が隔壁部材に、例1で隔壁部材となった部分がインク室に、それぞれ変化した。得られたインク室部材(電鍍型)の断面を図12の(A)に示す。なお、この図では、図面の複雑化を避けるため、底板部材1と隔壁部材5のみを示し、底壁部材が省略されている。

【0077】次いで、電鍍処理のため、図12の(B)に示すように、形成されたインク室部材の表面に電鍍用電極膜21を形成した。最初にクロム膜を膜厚 $0.05 \mu\text{m}$ で、次いで金(Au)膜を膜厚 $0.2 \mu\text{m}$ で、それぞれ蒸着法により成膜した。なお、ここで最初に形成したクロム膜は、下地に対するAu膜の密着力を高めるためのものである。

【0078】引き続いて、一般に広く行われている電鍍法により、Au膜の上にさらにニッケルを、約 $0.3 \text{ mm}$ の膜厚で成長させた。このニッケル成膜のため、下記の組成の処理浴:

|             |        |
|-------------|--------|
| 水           | 5 L    |
| スルファミン酸ニッケル | 1650 g |



塩化ニッケル 150 g  
 硼酸 225 g  
 ラウリル硫酸ナトリウム 5 g  
 を使用した。処理浴の温度は60℃±1℃、電流密度は50 mA/cm<sup>2</sup>、浴の攪拌速度は1 L/分であった。この電鍍法によって、図12の(C)に示すように、ニッケルからなる電鍍部材22が形成された。

【0079】ニッケル電鍍を施した後、図12の(C)に示したものの全体を超音波をかけた厚膜用レジスト専用の剥離液に浸漬した。隔離部材5が電鍍部材22から剥離し、さらに剥離液に溶解し、消滅してしまった。隔離部材5が溶解することにより、それを支持していた底板基材1も、電鍍部材22から剥離した。その結果、図12の(D)に示すように、電鍍部材22とその表面に塗被された電極膜21とからなる電鍍インク室部材が得られた。得られた電鍍インク室部材は、図12の(A)の電鍍型と比較すればわかるように、もとの型とは反転のパターンとなっている。よって、この電鍍インク室部材の凹部も、インク室として使用可能である。

#### 例4

バブルジェット方式のインクジェットヘッドの形成  
 前記例1に記載のものと同様な手法に従って、厚さ400 μmの透明なガラス基板の上に幅30 μm及び膜厚0.15 μmのストライプ状のクロムパターンを形成した。

【0080】次いで、クロムパターンを有する基板の上にシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)からなる絶縁膜を膜厚0.2 μmで形成した。このシリコン酸化膜の形成のため、最初にシリコン薄膜を成長させ、そしてこれを熱酸化した。さらに、クロムパターンの上に、先に形成した絶縁膜を介して、窒化タンタル(TaN)からなる発熱体を膜厚0.1 μmで成膜し、そしてクロムパターンの幅よりも狭い幅20 μmでパターンニングした。形成されたストライプ状の発熱体の上に、その両端部を横断するようにして、導電性材料(SnO<sub>2</sub>)からなる幅20 μm及び膜厚0.2 μmの電極を形成した。ここで電極材料として使用したSnO<sub>2</sub>は透明であるので、引き続いて実施する隔壁部材形成のための選択露光時に、基板を透過して厚膜用レジストに入射する光の進行を妨げるものではない。

【0081】上記したような一連の処理を経て、図13の(A)に示すような積層構造体を得られた。すなわち、透明な基板1の上に、ストライプ状のクロムパターン2、全面に被着されたSiO<sub>2</sub>絶縁膜6、クロムパターン2よりもやや狭い幅のストライプ状のTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>発熱体7、そして発熱体7の両端部を横断して形成されたSnO<sub>2</sub>電極8が順次形成されている。ここで、形成された発熱体7と電極8の組み合わせは、本例で作製しようとしているバブルジェット方式のインクジェットヘッドの加圧手段を構成するものである。

【0082】上記のようにして加圧手段を形成した後、

前記例1に記載のものと同様な手法に従って隔壁部材を形成した。まず、図13の(B)に示すように、厚膜レジストを透明基板1の発熱体7・電極8の側に全面的に塗被し、そして基板1上に形成されたレジスト膜5に対して基板1の反対側から紫外線(矢印を参照)を照射した。

【0083】レジスト膜のパターン露光後、露光レジスト膜を浸漬現像した。現像の結果、レジスト膜の未露光域のみが溶解除去され、図13の(C)に示すようなレジストパターン5が得られた。図14は、上記のようにして作製したインク室部材の要部を示した斜視図である。この図では、形状を理解しやすくするため、それぞれの部材の寸法に関して拡大して示してある。図中、透明な基板1は本発明のインク室部材の底板部材に相当し、クロムパターン2及びその上の絶縁膜6は隔壁部材に相当し、そしてレジストパターン5は隔壁部材に相当する。また、これらの3つの部材に囲まれて形成された空間が、インク室12である。このインク室12の上部を平板(図示せず)で覆うと、インク室12が完全に閉塞された状態となり、ヘッド部で使用することができる。また、この平板の代わりにノズル板を使用すると、得られるインクジェットヘッドにおいて、発熱体に対して垂直な方向にインクを吐出させることも可能である。

#### 例5

インク室部材の形成

前記例1に記載の手法を繰り返した。しかし、本例では、厚膜レジストの塗布を4回塗りで行い、得られるレジストパターンの膜厚を200 μmとした。また、このような厚膜の場合に発生するレジストパターンの基部における光の回折の問題を回避するため、クロムパターンの形成の後であってその上にレジストパターンを形成する前、透明基板の全面について中間層を被覆した。

【0084】まず、図16の(A)に示すように、厚さ400 μmの透明なガラス基板1の上に膜厚0.15 μm及び幅30 μmのクロム薄膜2をストライプ状に被着した。次いで、中間層の形成のため、クロムパターンを有する透明基板の上に厚膜レジストを膜厚20 μmでスピコートした。ここで使用した厚膜レジストは、続く隔壁部材の形成の時に使用する厚膜レジストと同様に、日本合成ゴム社製の紫外線感応性のネガ型厚膜用レジスト、THB-30(商品名)であった。スピコートの条件は、回転数が2000 rpm、塗布時間が10秒であった。図16の(B)に示すように、透明基板1の全面に中間層4が形成された。引き続いて、形成された中間層4を硬化させるため、図16の(B)に矢印で示すように、紫外線の全面露光を行った。この中間層の露光に使用した装置はユニオン光学社製の紫外線露光装置で、露光量は、中間層が後段の工程で不所望な反応を行わないように、1200 mJ/cm<sup>2</sup>の高レベルであった。



【0085】中間層の形成後、前記例1に記載の手法に従って厚膜用レジスト、THB-30を基板上に塗被し、パターンニングした。最初に、図16の(C)に示すように、厚膜用レジストを透明基板1の中間層4の側に全面的に塗被した。このレジスト塗被工程では、1000rpmで10秒間のスピコート(約50 $\mu$ mの膜厚)とそれに引き続く100℃で5分間のプレベークを4回にわたって繰り返した。レジストの4回塗りの結果、厚膜(膜厚=約200 $\mu$ m)のレジスト膜5が得られた。

【0086】引き続いて、得られた厚膜レジスト膜を隔壁部材を得るためにパターンニングした。図16の(C)に示すように、透明基板1上に形成されたレジスト膜5に対して基板1の反対側から紫外線(矢印を参照)を照射した。この紫外線照射は前記例1に記載の手法に従って行い、但し、レジスト膜5の増加せしめられた膜厚に対応するため、露光量を1200mJ/cm<sup>2</sup>に変更した。

【0087】レジスト膜のパターン露光後、前記した例1に記載の手法に従って露光レジスト膜を浸漬現像した。なお、本例の場合、現像液の温度は35℃のままであったが、現像時間は6分間に延長した。現像の結果、レジスト膜の未露光域のみが溶解除去され、図16の(D)に示すようなレジストパターン5が得られた。このレジストパターンでは、その高さが200 $\mu$ mと非常に高いにもかかわらず(図では、作図の都合で、低いパターンとなっている)、従来のレジストパターンで基部において認められた「切れ込み」欠陥を回避することができた。なお、図中、透明な基板1は本発明のインク室部材の底板部材に相当し、クロムパターン2とそれを覆った中間層4は底壁部材に相当し、そしてレジストパターン5は隔壁部材に相当する。また、これらの3つの部材に囲まれて形成された空間が、インク室12である。

【0088】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明に従うと、微細形状部たるインク室の幅を狭くすることができるので、従来から切望されていたより高密度の記録が可能になる。さらに加えて、本発明では、インク室の幅と高さの比であるアスペクト比を大きくとることができるので、上記したようにインク室の幅が狭くても、インク室に充填されるインクの量は従来のインク室と同等もしくはそれ以上であり、したがって、印字の都度に印字品質を損なわない程度に十分な量のインクを付属のノズルから吐出することができる。また、本発明では、インク室を容易かつ正確に形成することができるばかりか、変形等の不都合も回避することができ、歩留りがよい。さらに、本発明のインクジェットヘッドは、圧電方式に限定されるものではなく、いろいろな方式のヘッドについて同じように有利に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来から使用されている圧電式インクジェットヘッドの構成を示した展開図である。

【図2】図2は、一般的に行われているフォトリソグラフィ法を使用したインク室の形成を順を追って示した断面図である。

【図3】図3は、フォトリソグラフィ法を使用したインク室の形成において発生する欠陥の一例を示した断面図である。

【図4】図4は、フォトリソグラフィ法を使用したインク室の形成において発生する欠陥のもう1つの例を示した断面図である。

【図5】図5は、フォトリソグラフィ法を使用して形成したインク室の一例を示した、基板上の微細なパターンの走査顕微鏡写真(500倍)である。

【図6】図6は、フォトリソグラフィ法を使用して形成したインク室のもう1つの例を示した、基板上の微細なパターンの走査顕微鏡写真(350倍)である。

【図7】図7は、本発明により形成されたインク室の好ましい1例を示した断面図である。

【図8】図8は、本発明により形成されたインク室を装備したインク室部材の好ましい1例を示した斜視図である。

【図9】図9は、本発明により形成されたインク室の一例を示した、基板上の微細なパターンの走査顕微鏡写真(350倍)である。

【図10】図10は、本発明によるインク室の形成を順を追って示した断面図である。

【図11】図11は、図10の(B)における底壁部材の形成に有利に使用し得る方法を順を追って示した断面図である。

【図12】図12は、本発明により形成されたインク室部材を電鍍型として使用して、電鍍処理により金属製インク室部材を形成する工程を順を追って示した断面図である。

【図13】図13は、図14に示したインク室部材の形成を順を追って示した断面図である。

【図14】図14は、本発明により形成されたインク室を装備したインク室部材のもう1つの好ましい例を示した斜視図である。

【図15】図15は、本発明によるインク室部材の形成において認められるインク室の底部近傍における光の回折について説明した断面図である。

【図16】図16は、図15を参照して説明した光の回折を排除した、本発明によるインク室部材の形成方法を順を追って示した断面図である。

【符号の説明】

1…底板部材

2…底壁部材

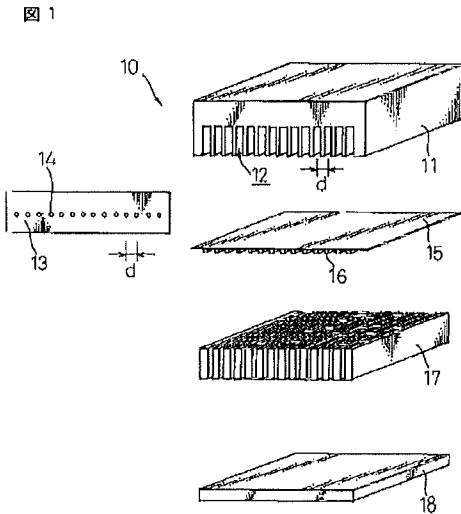
5…隔壁部材

11…インク室部材

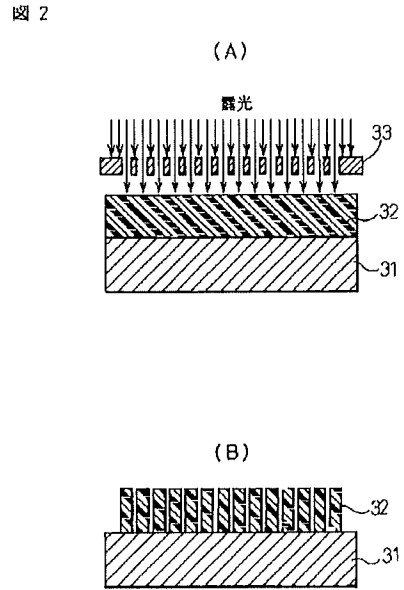


12…インク室（微細形状部）

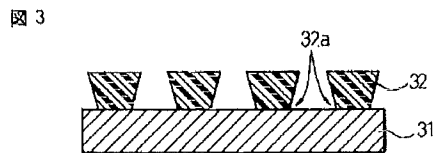
【図1】



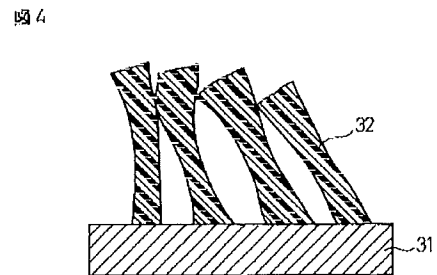
【図2】



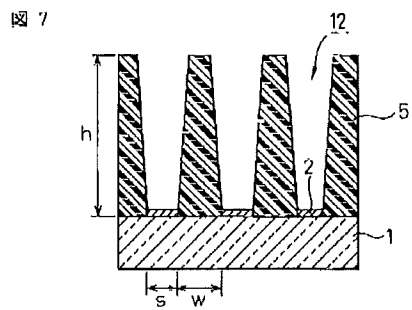
【図3】



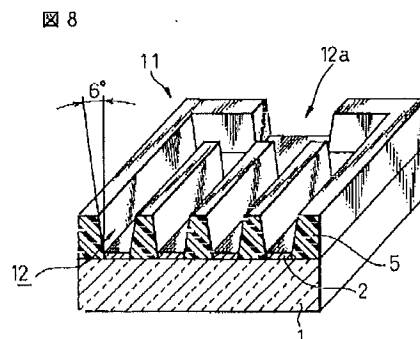
【図4】



【図7】



【図8】





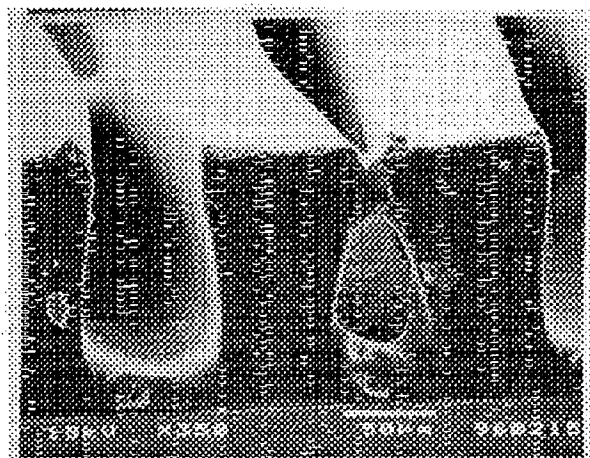
【図5】

図 5



【図6】

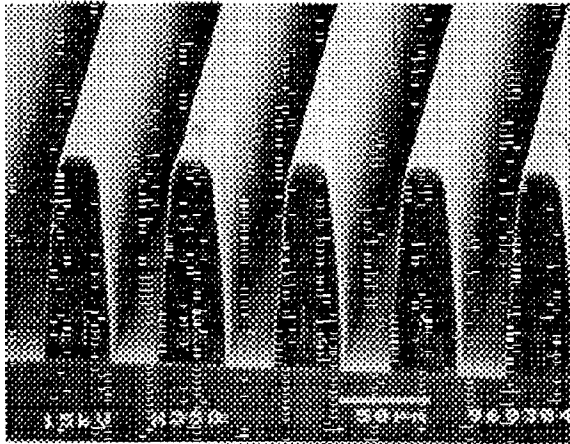
図 6





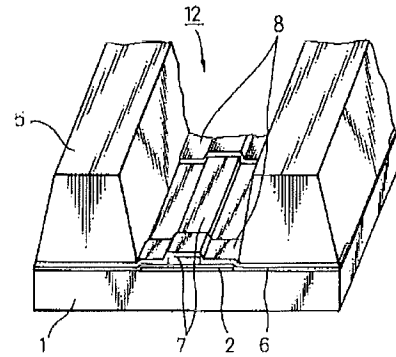
【図9】

図9



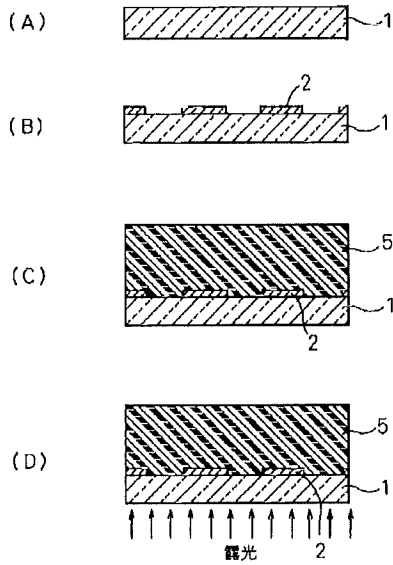
【図14】

図14



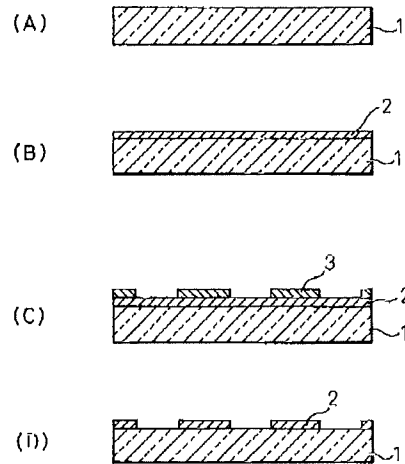
【図10】

図10



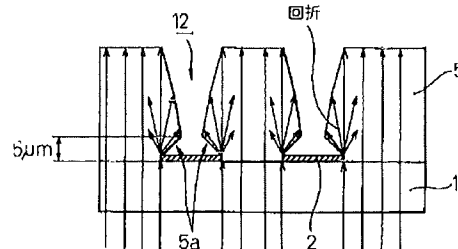
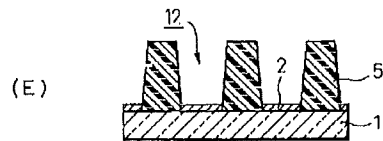
【図11】

図11



【図15】

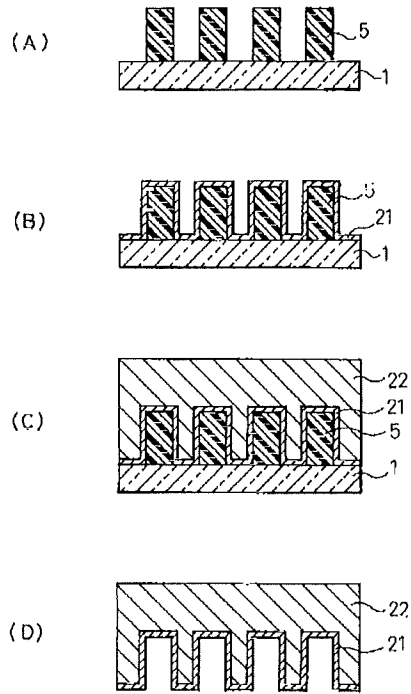
図15





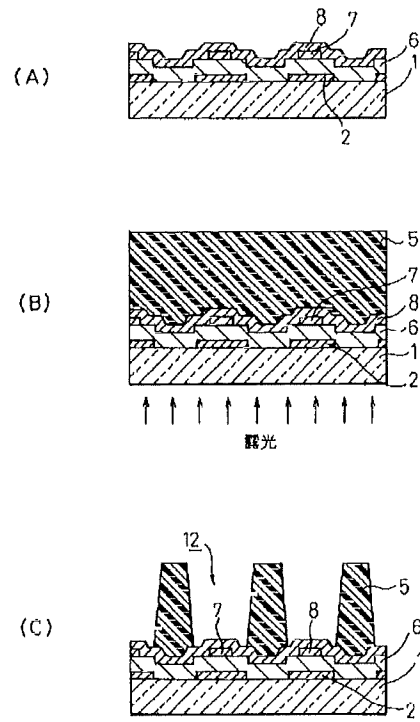
【图12】

图 12



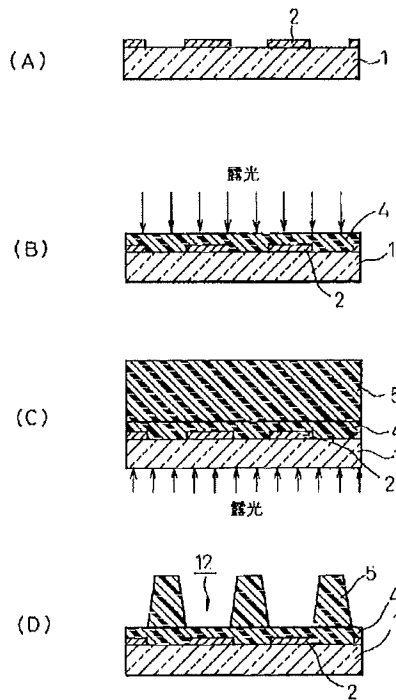
【图13】

图 13



【图16】

图 16





## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]When this invention is described in more detail about an ink jet head, it relates to a minute shape part provided with the minute shape part which makes a classic example the ink chamber of an ink jet head suitable for especially high-density printing, a manufacturing method for the same, and an ink jet head, and a manufacturing method for the same. In the head section of the ink-jet printer used widely in recent years, the ink jet head of this invention can be used advantageously.

[0002]

[Description of the Prior Art]In various kinds of measuring machine machines, such as office automation (OA) apparatus, such as recent years, a word processor, a personal computer, and a facsimile machine, and a medical-application measuring machine machine, and other devices, In order to print the print-out from those devices by high density, the ink-jet printer is used widely. An ink-jet printer is for making the drop of ink inject from the head section, making it adhere to recording media, such as a recording form, directly as everyone knows, and performing printing of monochrome or a color. Even if a recording medium is a solid thing etc., an ink-jet printer, [ printable ] Since a regular paper can be used for a recording medium, cheap wearing of a head is easy and the running cost has many strong points, like the colorization which does not need processes, such as transfer and fixing, is easy, clear color printing is possible, and it is. An ink jet head can be classified into various types with the drive system of injection of the ink droplet from it, for example, a piezoelectric element (piezo-electric element) is used for the ink jet head of a piezo method as a force means.

A pressure wave is produced in the ink chamber with which the ink of the head section was filled up using the electrostrictive effect by a piezoelectric element, and the regurgitation of the ink is carried out from the nozzle of a head section by this.

A heating element is used for the ink jet head of Bubble Jet as a force means.

A heating element is heated, air bubbles are generated and the regurgitation of the ink is carried out from the nozzle of a head section by it.



The ink jet head of the electrostatic suction method which makes an ink droplet inject with an electrostatic suction force is also publicly known. The ink jet head of this invention is advantageously applicable to the ink jet head of these methods and other methods.

[0003]Two or more ink chambers (minute shape part which consists of a detailed height or opening) which achieve the duty of a pressurized room for the conventional ink jet head to usually carry out the regurgitation of an ink passage and the ink and which are arranged by regular intervals, It is attached at the tip of an ink chamber and constituted including the force means which can pressurize the ink in said ink chamber according to the nozzle plate which equipped the nozzle for the ink discharge corresponding to each ink chamber, and the demand of printing. If there may be a piezoelectric element as a force means has a driver made to generate the driving force for pressurizing an ink chamber and this driver was described above, there may be a heating element.

[0004]It explains in more detail about the structure of an ink jet head. For example, the ink jet head 10 of the piezo method comprises some members so that it may be understood from drawing 1 in which it is developed and shown. The ink chamber member 11 has two or more ink chambers (minute shape part) 12 which achieve the duty of the pressurized room for carrying out the regurgitation of an ink passage and the ink. The nozzle plate 13 which has the nozzle 14 arranged corresponding to each ink chamber 12 is attached at the tip of the ink chamber member 11. From the hole of the nozzle 14, as explained previously, the ink pressurized within the ink chamber 12 can be injected in the form of a drop. A force means is attached to the open face of the ink chamber 12 in the ink chamber member 11 of a graphic display. The force means is constituted from the diaphragm 15 which achieves the duty of the diaphragm for performing the volume change of the ink chamber 12, the piezoelectric element 17 which is the drivers for making the diaphragm 15 distorted, and the pedestal 18 for fixing the piezoelectric element 17 by the example of the graphic display.

[0005]The ink chamber member 11 has two or more ink chambers 12 of the shape of a deep groove which serves as the pressurized room for carrying out the regurgitation of an ink passage and the ink, and each ink chamber 12 corresponds with the nozzle 14 punched at the nozzle plate 13.

It is designed so that one nozzle corresponding to it may be arranged at one ink chamber.

Each ink chamber 12 is mutually arranged at the same parallel and interval by the septum which isolates an adjacency \*\*\*\* ink chamber. Here, in order to raise the resolution of an ink jet head, it is required to narrow the interval of these ink chambers 12 formed in the ink chamber member 11. The ink chamber member 11 and the nozzle plate 13 are usually joinable using adhesives.

[0006]The diaphragms 15 are parts peculiar to the ink jet head 10 of a piezo-electric method. If the piezoelectric element 17 expands and contracts according to an electrostrictive effect, the diaphragm 15 will bend and the volume change in the ink chamber 12 will occur by it. If the volume in the ink chamber 12 becomes small, the ink with which the interior of a room was filled up will be pressurized, and the part will be breathed out one by one as an ink droplet from the nozzle 14. This diaphragm 15 usually comprises sheet metal about 3-5 micrometers thick and the island 16 which consists of a convex projection with a height of



about 20 micrometers formed in that whole surface. The island 16 is for telling the distortion certainly to the ink chamber 12, when the piezoelectric element 17 expands and contracts according to an electrostrictive effect. Therefore, this island 16 is arranged so that it may lap with the ink chamber 12 and the piezoelectric element 17 corresponding to each. Between the ink chamber member 11 and the diaphragms 15 is joinable with adhesives.

[0007]In order that the piezoelectric element 17 may correspond to each ink chamber 12 of the ink chamber member 11 and may prevent influence on other ink chambers 12, it has dissociated mutually. These separated piezoelectric elements 17 are being fixed on the pedestal 18. The piezoelectric element 17 joins with adhesives the piezoelectric element which has not been separated at first to a pedestal, and, generally, is manufactured by subsequently separating only a piezoelectric element selectively by cutting. Thus, after forming what the piezoelectric element and the pedestal unified, a piezoelectric element and the island formed in the diaphragm corresponding to it are joinable with adhesives.

[0008]And it described above, since those performances affect the printing characteristic directly, in other ink jet heads, the performance of the ink chamber which is a minute shape part which consists of the detailed height or opening which serves as the pressurized room for carrying out the regurgitation of an ink passage and the ink is dramatically important. First, as for the ink chamber member of the conventional piezoelectric type ink jet head, when the ink chamber member which constitutes an ink chamber was looked at, what is fabricating organic materials, such as "EPOKKUSU (trade name of an epoxy resin)", by injection molding process, for example was common. However, there was a fault of the ink chamber member which comprised organic materials being unable to put pressure sufficient at the time of application of pressure for ink deficiently in rigidity therefore.

[0009]It replaces with organic materials, the powder of oxides, such as  $ZrO_2$ , is used, and fabricating these powder to an ink chamber member in accordance with the processing method called a powder-injection-molding method is also performed. Since a very big pressure is applied when use of a die is indispensable and fills up the powder of a raw material with this method into that mold, it is difficult to use the die which has a detailed structure for sufficient grade for formation of a detailed ink chamber.

[0010]An etching method is also mentioned as a suitable processing method for formation of a detailed ink chamber. For example, it is possible by using this processing method to form a grooved pattern in the surface of an about hundreds of micrometers thick metal plate minutely. However, in this method, if it says about the point of densification, it is a limit to form a slot by width comparable as board thickness, and it cannot be said that it is effective enough. Since the slot formed penetrates a metal plate in the case of an etching method, if the metal plate is used as an ink chamber member, the member of the addition for plugging up those penetrating grooves will have to be pasted together to one field of a metal plate, and a manufacturing process will become complicated.

[0011]The photolithography method which uses a photopolymer which is indicated by JP,S62-59672,B and JP,H2-42670,B, and which is generally called photoresist or resist as an option for forming an ink chamber member is also publicly known. Cover resist with this method on the surface of the substrate which is going



to form the ink chamber extensively, and it ranks second to it by it, By carrying out dissolution removal of the field you were not made to insolubilize by exposure with a developing solution, after exposing the obtained resist film selectively in a suitable light according to the pattern of the ink chamber which it is going to obtain, The substrate provided with the ink chamber considered as the request which consists of a pattern of the hardened resist can be obtained. The photolithography method which uses resist is a technique widely used in manufacture of semiconductor devices, such as LSI and VLSI.

[0012]Drawing 2 is a sectional view showing order for formation of the ink chamber which uses the photolithography method generally performed later on. First, as shown in (A) of drawing 2, after applying resist to the surface of the substrate 31 and forming the resist film 32 in it, pattern exposure of the resist film 32 is carried out via the photo mask 33. Since the resist used here is negative resist which has sensitivity in ultraviolet rays, the photo mask 33 consists of glass which can penetrate ultraviolet rays in the portion equivalent to the septum of an ink chamber, and in order to prevent the penetration of ultraviolet rays, the chromium film is laminated on the other portion. The beams of light for the exposure shown by an arrow are the ultraviolet rays from a light source (not shown).

[0013]The exposure region of the resist films 32 is made to insolubilize to a developing solution as a result of pattern exposure. Then, if the resist film 32 after this exposure is developed with the suitable developing solution for it, an unexposed field (soluble field) will carry out dissolution removal. As shown in (B) of drawing 2, the hardening resist pattern 32 equivalent to the shape of the ink chamber considered as a request is obtained. Here, the resist pattern 32 which remained acts as a septum member which divides an adjacency \*\*\*\* ink chamber, and the substrate 31 acts as a bottom plate member. In the example of the graphic display, although the thing of the negative mold was used as resist instead, the example which uses the resist of the positive type which is made to solubilize an exposure region and carries out dissolution removal is also reported.

[0014]The ink chamber of the ink jet head of a piezo method which was described above, and the ink jet head of the Bubble Jet which is one method now similarly can also be manufactured. That is, in the head section of these two methods, the ink chamber and the nozzle are fundamentally common, however it has the heating element and the related member which did not use a piezoelectric element and a diaphragm, instead were allocated on the rigid high substrate corresponding to each ink chamber by Bubble Jet.

[0015]Above, the conventional ink jet head has been explained. However, these ink jet heads cannot respond to high-density printing demanded especially in recent years. In recent years, in the field of a printer, high-density printing whose dot number (dpi) per inch is more than 180 or it is being required. It follows and it is required [ in / with a natural thing / the ink jet head ] that the distance between nozzles should also be the distance between ink chambers of the head section and length narrow at least of 180dpi. Here, "the interval of 180dpi" means that the ink chamber and the nozzle are formed at intervals of 141 micrometers, when it expresses by concrete length (the interval d between the adjacency \*\*\*\* ink chambers 12 of drawing 1 and the interval d between the adjacency \*\*\*\* nozzles 14 should be referred to). That is, in an ink chamber member, it is required to form the septum member which divides into 141-micrometer limited



length between an ink chamber and an ink chamber. For example, when the ratio of the width of an ink chamber to the thickness of a septum member is 1 to 1, the width of an ink chamber will call [ the thickness of 70.5 micrometers and a septum member ] it 70.5 micrometers. Thus, the width of an ink chamber becomes narrow as the densification of printing progresses. However, densification can be attained by narrowing width of an ink chamber, but if the dot of the ink printed by the recording medium was too small, good print quality is not acquired. In order to avoid deterioration of print quality, it is required to keep the dot of the ink breathed out large and to make sufficient quantity of ink inject from each nozzle, if it puts in another way. For that purpose, it is required that an ink chamber with large height of a septum member should be provided with the sufficient therefore one where the capacity of an ink chamber is larger.

[0016]When it returns to formation of an ink chamber member again, since there is a danger of destroying the mold itself when the most general injection molding process becomes a detailed structure by the conventional method, and since it cannot fabricate by being highly precise, formation of the fine structure equivalent to the print density of about 120 dpi is a limit. Since an etching method is easy to process minutely what has plane shape, patterning of about 180 dpi is possible enough. However, generally in an etching method, the width which can be patterned by that cause is influenced by the thickness of the member which should be etched. For example, if the thickness of the member which should be etched is not 70 micrometers or less when the width of an ink chamber of 180dpi tends to form the ink chamber member of 70.5 micrometers in the thickness of 70.5 micrometers and a septum member, it cannot pattern. The more this becomes high-density, the more it means that the height of an ink chamber cannot be enlarged.

[0017]The same defect is applied, when using resist and forming an ink chamber member with photolithography method. That is, when the thickness of resist is more than 50 micrometers or it, in the conventional photolithography method, a resist film cannot be patterned any longer. The photopolymer in which the Reason is generally used as resist is designed considering use by thickness of 50 micrometers or less as a premise.

It is because problems, such as a underexposure and a underdevelopment, arise and it does not come to perform detailed patterning, when it is actually used in a resist process by the thickness which exceeds 50 micrometers.

[0018]The ratio of the thickness of a resist film to the width which can be patterned when patterning a resist film using the usual photolithography method (aspect ratio; in addition, in an ink chamber member, so that it may explain below) an aspect ratio is specified as a ratio of the width of an ink chamber to the height of an ink chamber -- having -- about 1:2 are made into the limit. If the aspect ratio of a resist pattern exceeds 1:2, the resist pattern which should serve as a septum member of an ink chamber will change, or, A defect with many problems of becoming narrow and becoming the so-called shape of an "inverse tapered shape", or it becoming impossible for the portion of the basis near a substrate to maintain an erecting state, and it uniting with the next pattern occurs.

[0019]Specifically, as for the defect of a resist pattern which was described above, the scanning electron



micrograph (500 times) of drawing 5 will be consulted. The resist for negative-mold thick films by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. where this invention persons have sensitivity to ultraviolet rays, and THB30 (trade name) are used for the resist pattern of a photograph, It is a result when the width of a resist pattern is patterned by the height of 30 micrometers and a resist pattern being 50 micrometers in the width (space) between 30 micrometers and a resist pattern on an aluminum substrate. Spreading of :resist whose applied main conditions are as follows (1000 rpmx 10 seconds)

Prebaking (100 \*\*, 5 minutes)

Exposing condition ( $100 \text{ mW} / \text{cm}^2$ , 35 seconds)

postbake (for 100 \*\* and 15 minutes)

When the aspect ratio of a resist pattern was about 1.7 so that clearly from the microphotograph of drawing 5, the omission of the pattern was good and the resist pattern tidily located in a line was obtained, without being accompanied by a defect.

[0020]However, when the aspect ratio was gradually repeated with slight height, a defect began to generate formation of the same resist pattern as the above from the neighborhood where the height of the resist pattern became 60 micrometers. Drawing 3 illustrates the example from which the resist pattern 32 formed on the aluminum substrate 31 became reverse tapered shape. Like a graphic display, the wall surface is not vertically formed to the substrate 31, but, by the way, the base 32a has come for the resist pattern 32 to be narrow. It is generated by such inverse tapered shape pattern as a result to which the light of quantity sufficient till the place which is the base 32a where it touches the substrate 31 among the resist films 32 did not reach, therefore the light exposure of the thickness direction of the resist film 32 became uneven at the time of exposure. That is, since the resist for thick films used here is negative resist by which dissolution removal of the unexposed part is carried out at the time of development, the neighborhood of the base 32a of the resist film 32 which was hard to be exposed will be developed more by the large quantity. It appears notably, so that it will carry out, if the thickness of a resist film is made such a phenomenon to increase. If the resist pattern which should be used as a septum member of an ink chamber member becomes reverse tapered shape in this way, the area which participates in adhesion with the substrate 31 and the resist pattern 32 becomes small, and when the worst, the resist pattern 32 will exfoliate from the substrate 31. Since the wall of a pattern becomes thin as the aspect ratio of the resist pattern 32 is raised although it does not exfoliate, as a section especially shows, for example to drawing 4 from the portion, \*\*\*\* of the resist pattern 32 may occur. When a resist pattern changes in this way, it becomes impossible to already use it as a septum member of an ink chamber.

[0021]Drawing 6 is a scanning electron micrograph (350 times) of the example which patterns have combined selectively in the crowning of a pattern while the resist pattern formed on the aluminum substrate serves as reverse tapered shape. The resist pattern of this microphotograph fundamentally, It formed in accordance with the same technique as what was previously explained with reference to drawing 5, 50 micrometers and the height of the pattern were the space between 50 micrometers and a pattern 100 micrometers for the width of the resist pattern here for comparison, and the resist solution was applied twice



for thick-film-izing.

[0022]In order to avoid various kinds of defects generated in order to form a resist pattern in accordance with a conventional method by available resist from the above results using them commercially [ the resist used here and others ], it is required to stop the aspect ratio by about 1:2.

[0023]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]This invention solves many problems of the conventional ink jet head which was described above. Therefore, one purpose of this invention can be used in favor of high-density printing, It can apply to the thing of various methods, such as a piezo type and Bubble Jet, in common, and is in providing the ink jet head also with the sufficient yield which can manufacture a highly precise thing easily.

[0024]Another purpose of this invention is to provide the manufacturing method of an ink jet head which was described above. It is in providing a minute shape part provided with the minute shape part which consists of the detailed height or opening with another purpose useful as an ink chamber of the above ink jet heads of this invention further, and a manufacturing method for the same.

[0025]He could understand easily these purposes of this invention, and the other purposes from the following detailed explanation.

[0026]

[Means for Solving the Problem]In the one field, this invention A nozzle for two or more ink discharge, It is an ink jet head including a force means for carrying out the regurgitation of the ink in an ink chamber for circulation of ink which was open for free passage for said nozzle, and application of pressure, and said ink chamber from said nozzle by the volume change, A bottom plate member which consists of a transparent substrate with which said ink chamber has predetermined shape and a size, A bottom wall member which consists of non-light transmittance state material formed above the bottom plate member at pattern state according to shape of an ink chamber, It is constituted with a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy, said septum member -- following process: -- a photosensitive material of a septum member plasticity being applied by predetermined thickness over the whole region on a side in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, and therefore a developing solution is made to insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, and an unexposed region of a tunic of said photosensitive material is removed by development, It is in an ink jet head alike and formed [ follow and ].

[0027]In the field of another, this invention A nozzle for two or more ink discharge, In manufacturing an ink jet head including a force means for carrying out the regurgitation of the ink in an ink chamber for circulation of ink which was open for free passage for said nozzle, and application of pressure, and said ink chamber from said nozzle by the volume change, Prepare a transparent substrate which has process:predetermined following shape and a size for said ink chamber, and a bottom plate member is formed, A bottom wall



member is formed in the surface of said substrate from non-light transmittance state material at pattern state, Apply a photosensitive material of a septum member plasticity by predetermined thickness over the whole region on a side in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, Therefore, a thing for which a developing solution is made to insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, and development removes an unexposed region of a tunic of said photosensitive material, and said septum member is formed, A bottom wall member which was alike, followed and was formed above a bottom plate member and its bottom plate member at pattern state according to shape of an ink chamber, It is in a manufacturing method of an ink jet head forming with a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy.

[0028]A bottom plate member which consists of a transparent substrate with which this inventions are the minute shape parts provided with a minute shape part which consists of a detailed height or an opening in the field of another, and said minute shape part has predetermined shape and a size, A bottom wall member which consists of non-light transmittance state material formed above the bottom plate member at pattern state according to shape of said minute shape part, It is constituted with a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy, said septum member -- following process: -- a photosensitive material of a septum member plasticity being applied by predetermined thickness over the whole region on a side in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, and therefore a developing solution is made to insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, and an unexposed region of a tunic of said photosensitive material is removed by development, It is alike, is followed and formed, have a rectangular cross section perpendicularly long when said minute shape part sees about a vertical section, and In that case. It is in minute shape parts, wherein height of said minute shape part is at least 50 micrometers and an aspect ratio specified as a ratio of width of the space to height is at least 1:3.

[0029]This invention is in charge of manufacturing minute shape parts provided with a minute shape part which consists of a detailed height or an opening in the field of another, Prepare a transparent substrate which has process:predetermined following shape and a size for said minute shape part, and a bottom plate member is formed, Migrate to the surface of said substrate throughout the, and bottom wall member plasticity material of a non-light transmittance state is applied to it, Apply a photosensitive material extensively further on a tunic of obtained bottom wall member plasticity material, and according to a pattern of a bottom wall member which considers a tunic of a formed photosensitive material as a request, remove selectively with photolithography method and it ranks second, A tunic of bottom wall member plasticity material of the ground is selectively removed by using a pattern of an obtained photosensitive material as a mask, Apply a photosensitive material of a septum member plasticity by predetermined thickness over the



whole region on a side which was alike, followed and formed a bottom wall member in pattern state and in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, and, therefore, a developing solution is made to insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, And a thing for which development removes an unexposed region of a tunic of said photosensitive material, and said septum member is formed, It is alike, and it follows and is in a manufacturing method of minute shape parts forming with a bottom plate member, a bottom wall member formed above the bottom plate member at pattern state according to shape of said minute shape part, and a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy.

[0030]Since width of an ink chamber can be narrowed according to this invention, high-density printing is attained rather than anxious from the former. In addition, since a large aspect ratio which is a ratio of width of an ink chamber to height can be taken in this invention, As described above, even if width of an ink chamber is narrow, the quantity of ink with which an ink chamber is filled up can carry out the regurgitation of the ink of quantity sufficient on a par with the conventional ink chamber, to such an extent that it is more than it, therefore print quality is not spoiled at each time of printing from an attached nozzle. An ink jet head of this invention is advantageously applicable in a similar manner in a head of various methods.

[0031]

[Embodiment of the Invention]Then, this invention is explained about the best embodiment. About the minute shape parts and process of this invention, since the classic example of the minute shape part which consists of the detailed height or opening with which it was equipped is an ink chamber of an ink jet head, it will explain especially with reference to an ink chamber. Therefore, the word "ink chamber" Becoming can be hereafter read as a "minute shape part."

[0032]If the ink jet heads by this invention are a piezo method, Bubble Jet, and a request so that it may explain below, they can be the things of other publicly known methods. These ink jet heads have a force means for carrying out the regurgitation of the ink in the ink chamber for circulation of the ink which was open for free passage for the nozzles for two or more ink discharge, and those nozzles as the basic structure, and application of pressure, and an ink chamber from said nozzle by the volume change. Here, the force means can have various composition according to the method of the head of this invention. For example, the ink jet head of a piezo method can have a piezoelectric element and the member of relation, for example, a diaphragm etc., as the force means. A typical structure of the ink jet head of a piezo method is already explained with reference to drawing 1. The ink jet head of Bubble Jet can have the electrode etc. which were electrically connected to a heating element and the member of relation, for example, a heating element, as the force means.

[0033]The structure of the ink chamber contained in it in the ink jet head by this invention and its shape are important. The bottom plate member 1 which consists of a transparent substrate which has predetermined shape and size as the ink chamber expanded and showed drawing 7 the part, It is constituted with the



bottom wall member 2 which consists of non-light transmittance state material formed above the bottom plate member 1 at pattern state according to the shape of an ink chamber, and the septum member 5 formed in the field which is the upper part of the bottom wall member 2, and said bottom wall member does not occupy. The interval (space) of the septum member 5 which the width is  $w$ , and the height is  $h$ , and isolated the septum member 5 at equal intervals for formation of the ink chamber 12, and has been arranged is  $s$ . Therefore, the "aspect ratio" (specified as a ratio of the width of an ink chamber to the height of an ink chamber) often used in Description of this application is  $s:h$ .

[0034]The transparent substrate which forms the bottom plate member 1 is not limited unless the substrate itself does not cover damage as the etching is also, or a strip is carried out, when the light for patterning can penetrate the substrate at the time of formation of the septum member 5 and it forms the bottom wall member 2 by etching. As a suitable transparent substrate material, glass, plastic material (PET etc.), for example, polyester resin, acrylic resins (PMMA etc.), etc. can mention quartz and others, for example. Such materials may be used by a monolayer, or more than two-layer may be laminated and used for them.

[0035]Although it is stuck on the bottom plate member 1 or not being illustrated here, if needed, arbitrary interlayers are made to intervene and the bottom wall member 2 which consists of non-light transmittance state material is formed. Although the non-light transmittance state material used here is not necessarily limited especially as long as it can prevent the penetration of the light for patterning at the time of formation of the septum member 5 and the good flow of ink can be guaranteed at the time of use of a head, Preferably, in consideration of the ease of the formation, the accuracy of a pattern obtained, etc., they can be a metallic material, for example, chromium, tantalum, nickel, titanium, copper, aluminum, etc. The bottom wall member 2 may be formed as a monolayer from such materials, or may laminate and form more than two-layer. Depending on the case, it may laminate combining an antireflection film etc. As for the bottom wall member 2, it is preferred to form from material which was described above as thinly as possible, and the usual thickness is about 0.05-1 micrometer.

[0036]The septum member 5 used in order to form the ink chamber 12 with the bottom wall member 2, The following process as characteristic of this invention : The photosensitive material of a septum member plasticity is applied by predetermined thickness over the whole region on the side in which the bottom wall member 2 of the transparent substrate 1 was formed, The tunic of a photosensitive material via the pattern of the bottom wall member 2 of a non-light transmittance state, Said photosensitive material from the back side of the substrate 1 can be selectively exposed in the light which has sensitivity, therefore a developing solution is made to be able to insolubilize the exposure region of the tunic of the photosensitive material, and it can form, without the thing for which development removes the unexposed region of the tunic of said photosensitive material therefore. This process is explained in more detail in the place of manufacture of the ink jet head of this invention explained below.

[0037]Here, a suitable thing can be used for the photosensitive material of a septum member plasticity out of the resist of a large number generally used in the resist process, choosing it arbitrarily. The resist usually used here is negative resist. suitable resist is what can be formed and patterned by at least 50-micrometer



thickness preferably -- as the example -- THB-30 by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. for example (trade name), or Tokyo -- adaptation -- shrine 83 [ OMR-] (trade name) can be mentioned. If needed, the septum member 5 is the purpose of employing the characteristic of each resist efficiently, and may be formed again from the resist film of two-layer structure or the multilayer structure beyond it.

[0038]The simplest form as the composition is used for the ink chamber member shown in drawing 7. However, when making the bottom wall member 2 adjoin on the bottom plate member 1 and arranging the septum member 5 for evasion of an inconvenient diffraction phenomenon with a possibility of generating, an interlayer may be made to intervene in the middle of the bottom wall member 2 and the septum member 5 by thickness thicker than the pattern of the bottom wall member 2 in the ink chamber member of this invention. The interlayer can form in accordance with arbitrary techniques from a suitable material for formation of the septum member 5. The suitable charges of an inner layer material are an epoxy resin and other resin materials, SiN, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, etc., for example. Although it is said widely that the interlayer can change the thickness, it is usually preferred that it is not less than 5 micrometers. The problem of the diffraction could not still be avoided, when an interlayer's thickness is less than 5 micrometers and the purpose of using an interlayer is in evasion of the diffraction phenomena at the time of the application which is a high aspect ratio. The interlayer can form using techniques, such as a spray coat, a roll coat, brush coating, thermo compression bonding, vacuum evaporation, and sputtering.

[0039]In the ink chamber member by this invention, the ink passage of the ink chamber, Preferably, when it sees about a vertical section, it has a long rectangular cross section perpendicularly, and in that case, the height of said ink chamber is at least 50 micrometers, and the aspect ratio (second:h) specified as a ratio of the width of an ink chamber to the height of an ink chamber is at least 1:3. It has an inclination of the grade which has not risen vertically from the surface of the substrate and can be accepted, especially the wall surface of an ink passage, i.e., the wall surface of a septum member. If this is seen from the shape of a septum member, it is tapering off toward the bottom near a substrate to the upper part, and is the opposite of the septum member of the reverse tapered shape of the conventional ink chamber previously explained with reference to drawing 3. Especially the shape of such a tapering septum member is called "forward tapered shape" shape in Description of this application. The Reason the septum member of such a forward tapered shape is formed is that the way of the portion near the lower part [ upper part / of the resist for thick films to be used ], i.e., a substrate, can receive exposure in a large quantity more in the patterning method adopted in this invention so that it may explain in detail below. By having forward tapered shape shape in this way, the septum member of this invention can adhere stably, and can be located on a bottom plate member slack board, and exfoliating from a substrate or falling while being use, is prevented notably. as a result, in the Prior art, it became possible to form the ink chamber which patterns the resist film which has 100 micrometers or the thickness beyond it considered to be impossible, and has desired shape and size.

[0040]Formation of the ink chamber of 1:3 or more high aspect ratios is clear from the scanning electron micrograph (350 times) of attached drawing 9. The resist for negative-mold thick films by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. where this invention persons have sensitivity to ultraviolet rays, and THB30 (trade name)



are used for the resist pattern of a photograph, It is a result when the width of a resist pattern is patterned by the height of 30 micrometers and a resist pattern being 100 micrometers in the width (space) between 41 micrometers and a resist pattern on a glass substrate in accordance with the method of this invention explained in detail below. Since a chromium pattern with a width of 30 micrometers used as a mask has very thin it, it has not appeared in a photograph. Spreading of :resist whose applied main conditions are as follows (1000 rpmx 10 seconds, 2 times coating)

Prebaking (100 \*\*, 5 minutes)

Exposing condition ( $10 \text{ mW} / \text{cm}^2$ , 45 seconds; back exposure from the glass substrate side)

Postbake (for 100 \*\* and 15 minutes)

Even when the aspect ratio of a resist pattern was about 3.3 so that clearly from the microphotograph of drawing 9, the omission of the pattern was good and the long and slender resist pattern tidily located in a line was obtained, without being accompanied by a defect. Since there is sufficient height for a resist pattern, a lot of ink can be stored also in an ink chamber, and, therefore, print quality is also good.

[0041]As the thickness of the resist used in formation of the resist pattern of the above high aspect ratios increases, while becoming a underexposure, near the surface of a resist film, the boundary between an exposure part and an unexposed part becomes more ambiguous easily. However, in this invention, since as new a developing solution as the surface of the resist film after exposure is supplied at the time of development, even if the boundary of the exposure part and unexposed part does not carry out some clearly, negatives can be developed to sufficient grade to be satisfied. Therefore, even if it increases the thickness of a resist film substantially in the case of this invention, a resist pattern more detailed than what is attained by a Prior art can be formed.

[0042]In manufacture of the ink jet head by this invention, the ink chamber, A series of following processes : Prepare the transparent substrate which has predetermined shape and size, and a bottom plate member is formed, A bottom wall member is formed in the surface of said substrate from non-light transmittance state material at pattern state, Apply the photosensitive material of a septum member plasticity by predetermined thickness over the whole region on the side in which said bottom wall member of said substrate was formed, and the tunic of said photosensitive material via the pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in the light which has sensitivity, Therefore, a developing solution is made to be able to insolubilize the exposure region of the tunic of said photosensitive material, and it can manufacture advantageously, without the thing for which development removes the unexposed region of the tunic of said photosensitive material, and said septum member is formed therefore. Hereafter, each process is explained.

Formation of a bottom plate member: Prepare the transparent substrate which has predetermined shape and size, and form a bottom plate member. The suitable transparent substrate which can be used here was illustrated in the place of explanation of the composition of a previous ink chamber. The surfaces of the substrate to be used are the purposes, such as heightening the adhesion power of a bottom wall member and a septum member to it, and may perform a surface treatment in accordance with a conventional



method.

Formation of the patternized bottom-wall member: In order to form the portion of the bottom of the ink chamber formed, use non-light transmittance state material and form a bottom wall member in pattern state on the surface of a substrate. As explained concretely previously, as a non-light transmittance state material for bottom wall member formation, various kinds of metallic materials can be used advantageously.

Formation of a bottom wall member may remove only an unnecessary portion selectively, after laminating extensively the bottom wall member plasticity material which could form directly or was chosen by laminating a selected bottom wall member plasticity material on a pattern on a substrate on a substrate.

[0043]Performing formation of a bottom wall member especially in accordance with the latter method desirable still more preferably, The following process : On the surface of a substrate, cross throughout the and bottom wall member plasticity material is applied, Apply a photosensitive material extensively further on the tunic of the obtained bottom wall member plasticity material, and according to the pattern of the bottom wall member which considers the tunic of the formed photosensitive material as a request, remove selectively with photolithography method and it ranks second, It can carry out by using the pattern of the obtained photosensitive material as a mask, without removing selectively the tunic of the bottom wall member plasticity material of the ground with photolithography method therefore. The pattern state bottom wall member considered as a request can be obtained through such a series of processes.

[0044]Here, as the tunic of the bottom wall member plasticity material as an opaque zone first formed on a substrate was described above, it is a tunic which consists of metallic materials preferably, and that formation can be performed by publicly known arbitrary techniques in this technical field. Although a suitable technique is not necessarily limited to what is enumerated below, it includes the following.

[0045]1. PVD (physical vapor deposition)

Sputtering process, a vacuum deposition method, the ion plating method, etc.

2. CVD method (chemical vapor deposition)

A heat CVD method (ordinary pressure, decompression), plasma CVD method, MO-CVD method, etc.

3. An electroless deposition method 4. coating method spin coat method, a spray coating method, a dip coating method, the roll coat method, brush painting, etc.

[0046]After forming the tunic of bottom wall member plasticity material, the photosensitive material used as a mask in the case of the selective elimination of a bottom wall member, i.e., resist, is applied to the upper surface. As for especially the resist used here, although not necessarily limited, in order to raise pattern accuracy, also when it applies by 10 micrometers or the thickness not more than it, what can form a desired resist pattern is preferred. In order to use it for patterning, it may be which resist of a positive type and a negative mold. as suitable resist -- AZ-4620 by Hoechst A.G. for example, and Tokyo -- adaptation -- Liston by shrine 8000 [ OFPR-], OMR-83, and E eye Du Pont (all are trade names), etc. can be mentioned.

Selected resist is applied by predetermined thickness in accordance with the technique in ordinary use by a spin coat, dip coating, a spray coat, a roll coat, brush coating, etc., for example, and it dries.

[0047]Subsequently, the formed resist film is selectively removed with photolithography method according to



the pattern of the bottom wall member considered as a request. Photolithography method used here can be enforced as usually carried out in the resist process. For example, exposure of a resist film embraces the kind of resist, etc. and is the 1. ultraviolet-rays-exposure method contact exposing method, the proximity (contiguity) exposing method, the projection (projection) exposing method, etc.

[0048]2. An X-ray lithography method 3. electron-beam-exposure method etc. can be used. A photo mask is used according to the exposing method to be used, and the pattern of a mask is also changed according to the type of resist. It can carry out as development following exposure is also usually performed in the resist process.

[0049]The tunic of the bottom wall member plasticity material of a ground is selectively removed by using the pattern as a mask after formation of a resist pattern. A technique [ which sets also to manufacturing processes such as a semiconductor device, or selective elimination of this tunic, and is usually used for it ], for example, etching, for example, 1. wet etching, method dip method, the shower method, etc.

[0050]2. Dry etching method RIE method (reactive-ion-etching method), ICP method, ECR method, ion-beam-etching method, etc. Or the lift-off method (it patterns previously and bottom wall member plasticity material is formed behind) etc. can be used. The bottom wall member considered as a request is obtained with pattern state.

Formation of a septum member: Form the septum member for isolating adjoining ink chambers as a process of the last of ink chamber formation after forming a bottom wall member by a desired pattern.

[0051]First, the photosensitive material of a septum member plasticity is applied by predetermined thickness over the whole region on the side which formed the bottom wall member at the previous process among substrates. although especially the photosensitive material used here, i.e., resist, is not necessarily limited, in order that it may make a septum member thicker and may raise the aspect ratio of an ink chamber -- at least 50-micrometer thickness -- a thick film -- that [ -izing / that ] is preferred. This resist needs to carry out dissolution removal of the unexposed region with a developing solution, therefore is what is called "negative resist." This negative resist may laminate two kinds or the resist film beyond it for thick-film-izing. as suitable negative resist -- THB-30 by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. for example, and Tokyo -- adaptation -- shrine 83 [ 0MR-] (all are trade names) etc. can be mentioned. Selected resist is applied by predetermined thickness in accordance with the technique in ordinary use by a spin coat, dip coating, a spray coat, a roll coat, brush coating, etc., for example, and it dries. At least 50 micrometers of thickness of the resist film of the septum member plasticity obtained are usually more than 50-200 micrometers or it preferably.

[0052]Subsequently, the formed resist film is selectively removed with photolithography method, and a septum member is formed. The photolithography method used here may be the same as that of what was used in the previous bottom wall member formation process, for example, the exposing methods are an ultraviolet-rays-exposure method, an X-ray lithography method, etc. according to the photosensitivity of the used resist. It is important to expose from the back side of a transparent substrate in this exposure process. That is, light receives the formed resist film without using a special photo mask, and the bottom wall member of opaque pattern state is used as a mask, and is selectively exposed from the back side of a substrate.



Generally the exposure from the back of such a transparent substrate is called "back exposure." The exposure region of the resist films, i.e., the field where the penetration of light was not prevented with the mask of the bottom wall member, is made to insolubilize the light in which resist has sensitivity as a result of the exposure used as a source of exposure by the developing solution.

[0053]Dissolution removal of the field (soluble field) unexposed [ of the resist films ] is carried out with a developing solution after completion of exposure. This developing process is usually performed in the resist process, and can be made and carried out. For example, the suitable thing for it can be used for the developing solution and developing time to be used according to the kind of resist. When an example is shown, the used resist is THB-30 (above) and the resist film after exposure is developed, the available developing solution of THB-30 exclusive use can be used more commercially than Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. The septum member considered as a request is obtained as a result of development. The sectional shape of the septum member obtained is forward tapered shape shape, as explained previously.

[0054]If this invention method is followed, as described above, the septum member of long and slender forward tapered shape shape can be formed, and, therefore, the aspect ratio of an ink chamber can be made into 1:3 or more than it. By the way, if according to this invention persons' knowledge the height of the septum member is enlarged in order to raise an aspect ratio, If an aspect ratio becomes more than 1:5 or it (if it puts in another way) When the width of an ink chamber is 30 micrometers and the height becomes more than 150 micrometers or it, it may result from the diffraction phenomena of the light at the time of exposure, and a "cut" (or bulging of a member) may occur in the base of a septum member. Although it is said that a cut of this septum member does not have bad influence on the independence nature of the septum member itself, since it decreases the capacity of an ink chamber, preventing is desirable. These diffraction phenomena are explained referring to drawing 15 (the state where the septum member is already formed is shown for the facilities of explanation).

[0055]In the formation process of a septum member which was described above, if there are many light exposures in back exposure when carrying out back exposure of the resist film 5 of a septum member plasticity selectively via the bottom wall member 2 as a mask, diffraction of the light shown by a figure Nakaya seal by the portion of the edge of the bottom wall member 2 will occur. A part of exposure is made to also harden a surroundings lump and its portion by the back side of the bottom wall member 2. Therefore, development of the resist film 5 after exposure will generate the cut 5a of a member in the base of the obtained septum member 5, as illustrated. When the thickness of the resist film 5 is large, it is usually indispensable to perform a lot of exposure according to it, therefore while attaining thick film-ization of resist, it is desirable to prevent diffraction of an undesirable light which was described above.

[0056]this invention method is after forming a bottom wall member in pattern state in the one desirable mode, and before applying resist of a septum member plasticity further on it, the pattern of the bottom wall member already formed is covered, That is, it is characterized by including further the process of forming the interlayer who consists of material which can penetrate the light used for exposure of the resist of a septum member plasticity by thickness thicker than the pattern of a bottom wall member.



[0057]Thus, since the interlayer has been stationed on the pattern of a bottom wall member, even if diffraction of light still occurs, the diffraction is restricted to the inside of an adiaborous interlayer, and is not attained even to the resist film of a septum plasticity. Therefore, a septum member without a defect like the cut in a base can be obtained. The material used for the above-mentioned interlayer's formation is not limited as long as the light used for exposure of the resist of a septum member plasticity can be penetrated. Although it is said that the suitable charge of an inner layer material is limited to what is enumerated below, it includes an epoxy resin and other plastic material, SiN, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, etc., for example. The resist of the septum member plasticity above-mentioned depending on the case may be used as a charge of an inner layer material. These charges of an inner layer material can use a technique in ordinary use, for example, can apply it by desired thickness by spray coat, a roll coat, brush coating, thermo compression bonding, vacuum evaporation, sputtering, etc. Not less than 5 micrometers of an interlayer's suitable thickness are usually 5-50 micrometers preferably. When thickness cannot absorb diffraction of light within an interlayer in less than 5 micrometers but exceeds 50 micrometers on the contrary, there are a possibility that bad influence may appear in the independence nature of the septum member on an interlayer etc.

[0058]The ink chamber member which uses the ink chamber member which could use for manufacture of an ink jet head as it is, otherwise was manufactured if needed as a mold for electroforming, and consists of metallic materials by the continuing electroforming process may be used for the ink chamber member manufactured as mentioned above. In the point that the septum which has high rigidity especially can be formed, therefore septum width can be narrowed, the metal ink chamber member formed of the electroforming process is advantageous.

[0059]An electroforming process can be performed using a technique in ordinary use. For example, the electrode layer for electrocasting is covered over the whole surface on the surface of the ink chamber member which has a septum member which consists of a resist film used as an electroforming pattern. As a suitable electrode layer material, a conductive metallic material, for example, gold, copper, nickel, silver, platinum, tungsten, etc. can be mentioned. In order to heighten the adhesion power to the ink chamber member used as a ground, it is preferred to add metal, such as chromium. Vacuum deposition, a sputtering technique, an electroless deposition method, etc. can be used for covering of an electrode layer. An electroforming process is performed after formation of an electrode layer. The electrocasting materials which can be used advantageously here are metal, such as nickel and copper, or an alloy of those, for example. For example, the electroforming process which uses nickel can be carried out on the following conditions. presentation of an electroforming bath: Water 5L (liter)

Nickel amiosulfonate 1650g nickel chloride 150 g Boric acid 225g sodium lauryl sulfate Temperature of 5g bath: 60 °C current density: 50 mA / cm<sup>2</sup> agitating speed: If it releases from mold following on the electroforming process which uses the above baths by 1L/, The ink chamber member made from nickel which has a thin electrode layer on the surface is obtained. The shape and the size of this ink chamber member support it of the ink chamber member used as a mold.

[0060]The ink jet head by this invention is applicable in favor of the ink jet head of a piezo method, Bubble



Jet, and other methods, as already explained. For example, the ink jet head of a piezo method can be manufactured by arranging the force means which contains a piezoelectric element etc. in the ceiling part of the ink chamber member formed as mentioned above. When taking a gestalt as shown in drawing 8 of the attachment which an ink chamber member produces in the following example 1, the ink chamber 12 For example, the bottom plate member 1, If it is included in the ink jet head shown in drawing 1 as the ink chamber turned to the undersurface when constituted with the bottom wall member 2 and the septum member 5, the ink jet head of the piezo method considered as a request can be obtained.

[0061]The ink jet head of Bubble Jet can be manufactured by using the electrode electrically connected to a heating element and it as a force means, and forming the force means on a bottom wall member in the middle of formation of the ink chamber member explained previously. The inclusion of the force means to a bottom wall member top can apply the technique usually used for manufacture of a bubble jet head, and can be carried out by various techniques.

[0062]For example, the ink chamber member of the ink jet head of Bubble Jet as shown in drawing 14 can be manufactured as follows. First, after forming the bottom wall member 2 in the surface of the bottom plate member 1 which consists of transparent substrates by the pattern of predetermined stripe shape, the heat-resistant insulating layer 6 is covered on those whole surface. The materials which form an insulating layer can be the insulating material of daily use in the field of a semiconductor device etc., for example, SiN, SiO<sub>2</sub>, etc., and can form such materials by general techniques, such as a sputtering technique and vacuum deposition. Although it is said that especially the thickness of the insulating layer 6 is limited, it is generally about 0.05-1 micrometer.

[0063]after formation of the insulating layer 5, and the heating element 7 -- stripe shape -- however, it covers by desirable width narrower than the bottom wall member 2. The heating element materials used here are Ta<sub>2</sub>N, TaN<sub>x</sub>, Nichrome system material, etc., for example. After laminating such heating element materials on the whole surface with a sputtering technique, vacuum deposition, etc., etching etc. remove selectively. The heating element 7 is formed with a putter like a graphic display. Although it is said that especially the thickness of the heating element 7 is limited, it is generally about 0.05-1 micrometer.

[0064]Then, the electrode 8 for sending current through the heating element 7 is formed. In the example of the graphic display, as the both ends of the heating element 7 are straddled, the electrode 8 is formed. Although it is said that the electrode material used here is limited especially as long as it has moderate conductivity, they are SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc., for example. After laminating these electrode materials on the whole surface with a sputtering technique, vacuum deposition, etc., etching etc. remove selectively. The electrode 8 is formed by a pattern like a graphic display. Although it is said that especially the thickness of the electrode 8 is limited, it is generally about 0.05-1 micrometer.

[0065]After forming the heating element 7 and the electrode 8, the septum member 5 is formed in accordance with technique which was explained previously. Thus, an ink chamber member suitable for especially Bubble Jet is obtained. Then, a plate (not shown) is laid in the upper surface of the ink chamber



12 for the opening at a wrap sake. Thus, the ink jet head of the Bubble Jet considered as a request can be obtained. If a nozzle plate is laid instead of [ monotonous ] laying on an ink chamber, ink can be made to breathe out vertically to a heating element.

[0066]

[Example] Hereafter, it explains, referring to the Drawings of the attachment of this invention about the typical working example. Please understand that this invention is not what is limited to these working example.

As shown in (A) of formation drawing 10 of an example 1 ink-chamber member, the 400-micrometer-thick transparent glass substrate 1 was prepared. In order that the glass substrate prepared here may serve as a bottom plate member in the ink chamber member made into the purpose and may make [ and ] the ultraviolet rays for exposure penetrate in the case of formation of a septum member, it is transparent about ultraviolet rays.

[0067] Subsequently, as shown in (B) of drawing 10, 0.15 micrometer of thickness and the 30-micrometer-wide chrome thin film 2 were laminated on stripe shape to the predetermined part of the substrate 1. This chrome thin film 2 serves as a bottom wall member of an ink chamber, and in detail, as order was shown in (A) - (D) of drawing 11 later on, it formed it in it. On the transparent glass substrate 1 shown in (A) of drawing 11, as shown in (B) of drawing 11, the chrome thin film 2 was extensively laminated by 0.15 micrometer of thickness. The sputtering system made from TOKKI was used for membrane formation of this chrome thin film 2, and membranes were formed over 5 minutes to it with RF power 450W and 0.01 torr of argon (Ar) gas pressure.

[0068] Subsequently, the spin coat of the positive resist for thin films by Hoechst A.G. and AZ4620 (trade name) was carried out for 30 seconds at 4000 rpm on the formed chrome thin film 2. The uniform film of AZ resist was obtained by 6 micrometers of thickness. After heating this resist film for 20 minutes at 90 \*\* in the electric furnace and performing pre baking powder, it exposed using the mask which has a predetermined pattern, and this was developed and patterned further. As shown in (C) of drawing 11, the resist pattern 3 was formed on the chrome thin film 2.

[0069] When patterning of the above-mentioned resist film was explained further, the device used for exposure of a resist film was an ultraviolet-rays-exposure device by Union Optical Co., Ltd., and the light exposure was  $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ . The used mask is a mask of the type with which the pattern is drawn by the chromium film on the glass substrate generally used by the manufacturing field of the LSI device. The plane pattern of the ink chamber of the ink chamber member which it is going to produce from now on is drawn by this mask.

In order for the interval of the ink chamber obtained to be 71 micrometers, the line part (chromium film portion; the penetration of light is prevented) of the pattern is 30 micrometers. And the space part (opening part; the penetration of light is possible) was 41 micrometers.

That the interval of an ink chamber is 71 micrometers means that 360 ink chambers per inch can be arranged, and if it puts in another way, it means that printing is possible in the high density of 360dpi. The development of the resist film after exposure used the developing solution for exclusive use for AZ4620



which is the used resist, and the developing time was for about 1 minute. After development, it is pure water, the obtained resist pattern was rinsed, the developing solution of remains was flushed, it heated for 20 minutes at 120 °C in the electric furnace further, and post baking was performed. The hardened resist pattern was obtained.

[0070]After forming the resist pattern 3 as shown in (C) of drawing 11, the chrome thin film 2 of the ground was patterned by the wet etching method. In this example, since the object of etching was a chrome thin film, the pure water:ceric ammonium nitrate:60% perchloric acid =800ml:16g:16ml etching reagent for chromium was used. As a result of etching, the pattern of the resist pattern 3 was transferred by the chrome thin film 2 as it was, and as shown in (D) of drawing 11, the chromium pattern 2 which plays the role of the bottom wall member of an ink chamber member was obtained. The size error between the resist pattern 3 and the chromium pattern 2 was dramatically small, and was a submicron order.

[0071]As shown in (C) of drawing 10 after formation of a chromium pattern, the resist film 5 of the thick film was extensively applied to the chromium pattern 2 side of the transparent substrate 1. The resist used at this process is the resist for negative-mold thick films of ultraviolet-rays sensitivity by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., and THB-30 (trade name). The spin coat of this resist was carried out for 10 seconds at 1000 rpm on the substrate. The resist film which has about 50-micrometer thickness was obtained. The substrate was heated for 5 minutes on a 100 °C hot plate behind the spin coat. By this post baking, the solvent in a resist film evaporated and heat curing was completed. By the way, in a process which was described above, only the resist film which has about 50-micrometer thickness is obtained, and the ink chamber of the high aspect ratio whose intention it has by this example cannot be formed. In this example therefore, the formation process of the above-mentioned resist film was repeated once now. The resist film of the thick film (thickness = about 100 micrometers) was obtained as a result of 2 times coating of resist.

[0072]Then, the obtained thick film resist film was patterned in order to obtain a septum member. First, as shown in (D) of drawing 10, it irradiated with ultraviolet rays (see the arrow) from the opposite hand of the substrate 1 to the resist film 5 formed on the transparent substrate 1. The device used for exposure of a resist film was an ultraviolet-rays-exposure device by Union Optical Co., Ltd., and the light exposure was  $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ . As for the ultraviolet rays with which it irradiated, the inside of the substrate 1 was penetrated as it was, however the penetration was prevented by this, and it was reflected or absorbed in the place of the chromium pattern 2. The ultraviolet rays which did not have the penetration prevented by the chromium pattern 2 among the ultraviolet rays which penetrated the substrate 1 entered into the resist film 5 as it is. That is, the chromium pattern 2 acted as a mask in this ultraviolet-rays-exposure process. As a result, the resist film 5 is a desired pattern, namely, is a plane shape pattern of the ink chamber considered as a request, and pattern exposure was carried out. The exposure region of the resist film 5 followed and you were made to insolubilize it by the developing solution of the developing process performed succeedingly.

[0073]Immersion development of the exposure resist film was carried out after pattern exposure of a resist film the resist and THB-30 which were used using the developing solution for exclusive use. The temperature of the developing solution was 35 °C and developing time was for 3 minutes. As a result of



development, dissolution removal only of the unexposed region of the resist film you were not made to insolubilize by a previous exposure process by the developing solution was carried out, and the resist pattern 5 as shown in (E) of drawing 10 was obtained. The transparent substrate 1 is equivalent to the bottom plate member of the ink chamber member of this invention among a figure, and the chromium pattern 2 is equivalent to a bottom wall member, and the resist pattern 5 is equivalent to a septum member. The space which was surrounded by these three members and formed in them is the ink chamber 12.

[0074]Drawing 8 is a perspective view showing the important section of the ink chamber member produced as mentioned above. With this figure, in order to make shape easy to understand, the size of each member is expanded and shown. In the ink chamber member 11 of the graphic display, the bottom wall member 2 made from chromium of 0.15 micrometer of thickness patterned after the plane shape of the ink chamber and the septum member 5 made from resist of 100 micrometers of thickness are formed on the 400-micrometer-thick bottom plate member 1. The width of the ink chamber 12 was 30 micrometers at the pars basilaris ossis occipitalis (boundary part with the bottom plate member 1) of the ink chamber, and the width of the septum member 5 into which it divides between the ink chambers 12 was 41 micrometers at the pars basilaris ossis occipitalis. This enabled it to make the ratio of the width of an ink chamber to height or more into 1:3. The ink chamber [ two or more / the ink chamber member 11 produced by this example / (by a diagram, only four pieces are shown for the abbreviation) ] 12 is one room behind.

It is open for free passage to the ink feed opening 12a.

[0075]when the sectional shape of the septum member 5 of the ink chamber member 11 is seen, the width of the septum member 5 which constitutes the ink chamber 12 becomes so narrow that it keeps away from the bottom plate member 1 (namely, -- the ink chamber 12 becomes so large that it keeps away from the member 1), and is the shape of a forward tapered shape. When the angle of inclination of this septum member 5 was measured, it was about 6 degrees. Patterning and forming the septum member 5 with such sectional shape is one of the patterning methods adopted by this invention, i.e., an ink chamber formation method, by which it is characterized most.

The technique of the description was repeated for the formation aforementioned example 1 of the example 2 ink-chamber member. However, in this invention, for formation of a septum member, on the same spreading conditions, the same resist for thick films was applied 3 times, and was carried out, and the thickness was 150 micrometers. In this example, since the thickness of the resist film was increased, the light exposure at the time of pattern exposure also increased to  $450\text{mJ}/\text{cm}^2$ . The ink chamber member of the high aspect ratio whose ratio of the width of an ink chamber to height is 1:5 was obtained.

[0076]As for the obtained ink chamber member, the important section is shown by the section in drawing 7. As for the ink chamber 12 formed of the bottom wall member 2 and the septum member 5, 30 micrometers and the height of width are 150 micrometers. In this example, it has formed in the ink chamber of the high aspect ratio 1:5 so that this result might also show. The septum member 5 of this ink chamber member as well as the case of said example 1 had a width of 41 micrometers in the portion which touches the bottom



plate member 1, and it had an angle of inclination of about 6 degrees. By the above, the ink chamber member which has arranged the 150-micrometer-high ink chamber by an equivalent for 360dpi (71 micrometers of ink chamber intervals) was able to be formed.

The technique of the description was repeated for the formation aforementioned example 1 of the example 3 electrocasting ink chamber member. However, in this invention, in order to use the obtained ink chamber member as an electroforming pattern for formation of a electrocasting ink chamber member, arrangement of the septum member (it consists of resist for thick films) for isolating an ink chamber and an adjoining ink chamber was reversed. That is, the pattern of the mask used at the time of formation of a bottom wall member slack chromium pattern was reversed. As a result, the portion from which the portion which the obtained ink chamber member became a pattern contrary to the ink chamber member obtained in said example 1, and became an ink chamber in Example 1 became a septum member in Example 1 at the septum member changed to the ink chamber, respectively. The section of the obtained ink chamber member (electroforming pattern) is shown in (A) of drawing 12. In this figure, in order to avoid complication of Drawings, only the bottom plate member 1 and the septum member 5 are shown, and the bottom wall member is omitted.

[0077]Subsequently, for the electroforming process, as shown in (B) of drawing 12, the electrode layer 21 for electrocasting was formed in the surface of the formed ink chamber member. Subsequently the golden (Au) film was first formed for the chromium film with vacuum deposition by 0.05 micrometer of thickness at 0.2 micrometer of thickness, respectively. The chromium film formed first here is for heightening the adhesion power of Au membrane to a ground.

[0078]Then, nickel was further grown up by about 0.3 mm of thickness on Au membrane with the electroforming currently generally performed widely. It is treatment bath:water of the following presentation because of this nickel membrane formation. 5L nickel amiosulfonate 1650g nickel chloride 150g boric acid 225g sodium lauryl sulfate 5 g was used. As for the temperature of the treatment bath, the agitating speed of 50 mA / cm<sup>2</sup>, and a bath of 60 °C and current density was a part for 1L/. By this electroforming, as shown in (C) of drawing 12, the electroforming member 22 which consists of nickel was formed.

[0079]After performing nickel electrocasting, the whole thing shown in (C) of drawing 12 was immersed in the release liquid only for [ for thick films ] resist to which the ultrasonic wave was applied. It exfoliated from the electroforming member 22, and the separation member 5 dissolved in release liquid further, and has disappeared. When the separation member 5 dissolved, the bottom plate substrate 1 which was supporting it also exfoliated from the electroforming member 22. As a result, as shown in (D) of drawing 12, the electrocasting ink chamber member which consists of the electroforming member 22 and the electrode layer 21 applied to the surface was obtained. The mold of the basis serves as a pattern of reversal so that it may be known, if it compares the obtained electrocasting ink chamber member with the electroforming pattern of (A) of drawing 12. Therefore, it is usable as an ink chamber also in the crevice of this electrocasting ink chamber member.

In accordance with the same technique as a thing given in the formation aforementioned example 1 of the



ink jet head of example 4 Bubble Jet, the chromium pattern of 30 micrometers in width and the stripe shape of 0.15 micrometer of thickness was formed on the 400-micrometer-thick transparent glass substrate.

[0080]Subsequently, the insulator layer which consists of silicon oxide ( $\text{SiO}_2$ ) was formed by 0.2 micrometer of thickness on the substrate which has a chromium pattern. For formation of this silicon oxide, the silicon thin film was grown up first, and this was oxidized thermally. On the chromium pattern, the heating element which consists of tantalum nitrides (TaN) was formed by 0.1 micrometer of thickness via the insulator layer formed previously, and it patterned at 20 micrometers narrower than the width of a chromium pattern in width. On the heating element of the formed stripe shape, as the both ends were crossed, 20 micrometers in width and the electrode of 0.2 micrometer of thickness which consist of conductive materials ( $\text{SnO}_2$ ) were formed. Since  $\text{SnO}_2$  used as an electrode material here is transparent, advance of the light which penetrates a substrate and enters into the resist for thick films is not barred at the time of the selective exposure for the septum member formation carried out succeedingly.

[0081]The laminated structure body as shown in (A) of drawing 13 was obtained through a series of processings which were described above. Namely, on the transparent substrate 1, The  $\text{SnO}_2$  electrode 8 formed by crossing the both ends of the TaN heating element 7 of the stripe shape of width a little narrower than the  $\text{SiO}_2$  insulator layer 6 and the chromium pattern 2 which were laminated all over the chromium pattern 2 of stripe shape, and the heating element 7 is formed one by one. Here, the combination of the formed heating element 7 and the electrode 8 constitutes the force means of the ink jet head of the Bubble Jet which it is going to produce by this example.

[0082]After forming a force means as mentioned above, the septum member was formed in said example 1 in accordance with the same technique as the thing of a description. First, as shown in (B) of drawing 13, thick film resist was extensively applied to the heating element 7 and electrode 8 side of the transparent substrate 1, and it irradiated with ultraviolet rays (see the arrow) from the opposite hand of the substrate 1 to the resist film 5 formed on the substrate 1.

[0083]Immersion development of the exposure resist film was carried out after pattern exposure of a resist film. As a result of development, dissolution removal only of the unexposed region of a resist film was carried out, and the resist pattern 5 as shown in (C) of drawing 13 was obtained. Drawing 14 is a perspective view showing the important section of the ink chamber member produced as mentioned above. With this figure, in order to make shape easy to understand, the size of each member is expanded and shown. The transparent substrate 1 is equivalent to the bottom plate member of the ink chamber member of this invention among a figure, and the chromium pattern 2 and the insulator layer 6 on it are equivalent to a bottom wall member, and the resist pattern 5 is equivalent to a septum member. The space which was surrounded by these three members and formed in them is the ink chamber 12. It will be in a wrap and the state where the ink chamber 12 was blockaded thoroughly, with a plate (not shown), and the upper part of this ink chamber 12 can be used by a head section. If a nozzle plate is used for instead of [ this / monotonous ], in the ink jet head obtained, it is possible to also make ink breathe out in the vertical direction



to a heating element.

The technique of the description was repeated for the formation aforementioned example 1 of the example 5 ink-chamber member. However, in this example, the thickness of the resist pattern obtained by coating by applying thick film resist 4 times was 200 micrometers. In order to avoid the problem of diffraction of the light in the base of the resist pattern by which it is generated in the case of such a thick film, it was after formation of a chromium pattern, and before forming a resist pattern on it, the interlayer was covered about the whole surface of the transparent substrate.

[0084]First, as shown in (A) of drawing 16, 0.15 micrometer of thickness and the 30-micrometer-wide chrome thin film 2 were laminated on stripe shape on the 400-micrometer-thick transparent glass substrate 1. Subsequently, the spin coat of the thick film resist was carried out by 20 micrometers of thickness on the transparent substrate which has a chromium pattern for an interlayer's formation. The thick film resist used here was the resist for negative-mold thick films of ultraviolet-rays sensitivity by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., and THB-30 (trade name) like the thick film resist used at the time of formation of the continuing septum member. Number of rotations was 2000 rpm and the application time of the conditions of the spin coat was 10 seconds. As shown in (B) of drawing 16, the interlayer 4 was formed all over the transparent substrate 1. Then, in order to stiffen the formed interlayer 4, as an arrow showed, full exposure of ultraviolet rays was performed to (B) of drawing 16. The device used for this interlayer's exposure was an ultraviolet-rays-exposure device by Union Optical Co., Ltd., and the light exposure was a high level of  $1200\text{mJ}/\text{cm}^2$ , as an interlayer did not perform an undesirable reaction at a latter process.

[0085]After an interlayer's formation, in accordance with the technique of a description, the resist for thick films and THB-30 were applied on the substrate, and were patterned after said example 1. First, as shown in (C) of drawing 16, resist for thick films was extensively applied to the interlayer 4 side of the transparent substrate 1. In this resist application process, the pre baking powder for 5 minutes was repeated 4 times at 100 °C which follows the spin coat (about 50-micrometer thickness) for 10 seconds, and it at 1000 rpm. The resist film 5 of the thick film (thickness = about 200 micrometers) was obtained as a result of 4 times coating of resist.

[0086]Then, the obtained thick film resist film was patterned in order to obtain a septum member. As shown in (C) of drawing 16, it irradiated with ultraviolet rays (see the arrow) from the opposite hand of the substrate 1 to the resist film 5 formed on the transparent substrate 1. The light exposure was changed into  $1200\text{mJ}/\text{cm}^2$  in order to correspond to the thickness which carried out this UV irradiation to said example 1 in accordance with the technique of a description however to which the resist film 5 was made to increase.

[0087]In accordance with the technique given in the above mentioned example 1, immersion development of the exposure resist film was carried out after pattern exposure of a resist film. In this example, the temperature of the developing solution was still 35 °C, but developing time was extended in 6 minutes. As a result of development, dissolution removal only of the unexposed region of a resist film was carried out, and the resist pattern 5 as shown in (D) of drawing 16 was obtained. In this resist pattern, although that height was dramatically as high as 200 micrometers (it is a pattern low on account of drawing by a diagram), the



"cut" defect accepted in the base with the conventional resist pattern was able to be avoided. The transparent substrate 1 is equivalent to the bottom plate member of the ink chamber member of this invention among a figure, and the chromium pattern 2 and the interlayer 4 who covered it are equivalent to a bottom wall member, and the resist pattern 5 is equivalent to a septum member. The space which was surrounded by these three members and formed in them is the ink chamber 12.

[0088]

[Effect of the Invention] Since width of a minute shape part slack ink chamber can be narrowed if this invention is followed so that it may be understood from the above explanation, high-density record is attained rather than anxious from the former. In addition, since the large aspect ratio which is a ratio of the width of an ink chamber to height can be taken in this invention, As described above, even if the width of an ink chamber is narrow, the quantity of the ink with which an ink chamber is filled up can carry out the regurgitation of the ink of quantity sufficient on a par with the conventional ink chamber, to such an extent that it is more than it, therefore print quality is not spoiled at each time of printing from an attached nozzle. In this invention, inconvenience, such as an ink chamber not only being formed easily and correctly but modification, can also be avoided, and the yield is good. The ink jet head of this invention is not limited to a piezo-electric method, and can be advantageously applied in a similar manner to the head of various methods.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A bottom plate member which consists of a transparent substrate with which it is the minute shape parts provided with a minute shape part which consists of a detailed height or an opening, and said minute shape part has predetermined shape and a size, A bottom wall member which consists of non-light transmittance state material formed above the bottom plate member at pattern state according to shape of said minute shape part, It is constituted with a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy, said septum member -- following process: -- a photosensitive material of a septum member plasticity being applied by predetermined thickness over the whole region on a side in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, and therefore a developing solution is made to insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, and an unexposed region of a tunic of said photosensitive material is removed by development, It is alike, is followed and formed, have a rectangular cross section perpendicularly long when said minute shape part sees about a vertical section, and In that case. Minute shape parts, wherein height of said minute shape part is at least 50 micrometers and an aspect ratio specified as a ratio of width of the space to height is at least 1:3.

[Claim 2] The minute shape part according to claim 1, wherein an interlayer is made to intervene by thickness thicker than a pattern of said bottom wall member by middle of said bottom wall member and a septum member on it.

[Claim 3] The minute shape part according to claim 1 or 2, wherein a septum member which said minute shape part was formed from a metallic material by electroforming, and was formed at a previous process at the time of the formation uses it as a mold for electroforming.

[Claim 4] In manufacturing minute shape parts provided with a minute shape part which consists of a detailed height or an opening, Prepare a transparent substrate which has process:predetermined following shape and a size for said minute shape part, and a bottom plate member is formed, Migrate to the surface of said



substrate throughout the, and bottom wall member plasticity material of a non-light transmittance state is applied to it, Apply a photosensitive material extensively further on a tunic of obtained bottom wall member plasticity material, and according to a pattern of a bottom wall member which considers a tunic of a formed photosensitive material as a request, remove selectively with photolithography method and it ranks second, A tunic of bottom wall member plasticity material of the ground is selectively removed by using a pattern of an obtained photosensitive material as a mask, Apply a photosensitive material of a septum member plasticity by predetermined thickness over the whole region on a side which was alike, followed and formed a bottom wall member in pattern state and in which said bottom wall member of said substrate was formed, and a tunic of said photosensitive material via a pattern of said bottom wall member, Said photosensitive material from the back side of said substrate is selectively exposed in light which has sensitivity, therefore make a developing solution insolubilize an exposure region of a tunic of said photosensitive material, and, without development's removing an unexposed region of a tunic of said photosensitive material, and forming said septum member Therefore, a bottom plate member, A manufacturing method of minute shape parts forming with a bottom wall member formed above the bottom plate member at pattern state according to shape of said minute shape part, and a septum member formed in a field which is the upper part of said bottom plate member, and said bottom wall member does not occupy.

[Claim 5]The manufacturing method according to claim 4 which is after forming said bottom wall member in pattern state, and is characterized by including further a process of forming an interlayer by thickness thicker than a pattern of said bottom wall member before applying a photosensitive material of a septum member plasticity further on it.

[Claim 6]It forms so that it may have a long rectangular cross section perpendicularly, when said minute shape part is seen about a vertical section, The manufacturing method according to claim 4 or 5 setting to at least 1:3 an aspect ratio which sets height of said minute shape part to at least 50 micrometers, and is specified as a ratio of width of the space to height in that case.

[Claim 7]A manufacturing method given in any 1 paragraph of Claims 4-6 including further a process of forming a minute shape part which uses a septum member formed at a previous process as a mold for electroforming, and consists of metallic materials by a electrocasting process of continuing.

---

[Translation done.]